FONDO PIZZOFALCONE

BIBLIOTECA PROVINCIALE

Armadio

Palchetto

Num.° d' ordine

NAZIONALE
B. Prov.
197
NAPOLI
VITT EM III
R. BIBLIOTECA

Digitized by Google

B. Brun. II 1.97

Digitized by Google

Digitized by Google

L'ART
D'ATTAQUER ET DE DÉFENDRE
LES PLACES.

TOME SECOND.

BIBLIOTECA PROVINCIALE
NAPOLI

Digitized by Google

SBN
609662

L'ART
D'ATTAQUER ET DE DÉFENDRE
LES PLACES,

SUIVI

D'UN ESSAI SUR LES MINES,

ET D'UN NOUVEAU TRAITÉ SUR LE NIVELLEMENT,

PAR M. LEFEBVRE,

Major au Corps des Ingénieurs de Prusse, Membre ordinaire de l'Académie royale des Sciences et Belles-Lettres de Berlin;

ORNÉ DE TRENTE-TROIS GRANDES PLANCHES.

TOME SECOND.

A PARIS,

CHEZ { BOSSANGE, MASSON ET BESSON, Imprimeurs-Libraires, rue de Tournon;
MAGIMEL, Libraire pour l'Art Militaire, rue de Thionville.

1808.

Digitized by Google

ESSAI
SUR LES
MINES.

L'Essaye de traiter une matiere intéreſſante, critique & aſſez difficile, les *Mines*, les différents objets des nines, & les avantages qu'on peut s'en promettre lorſqu'on voudra s'en ſervir à l'attaque ou à la défenſe des Places.

Définitions & explications de quelques termes propres aux mines.

On appelle généralement *mines*, des lieux ſous un glacis, ſous un rempart, dans l'épaiſſeur d'un roc ou d'un révêtement de maçonnerie, propres à recevoir une quantité de poudre proportionnée à la maſſe de terre ou de pierres que l'on ſe propoſeroit d'enlever d'un ſeul coup, par ſon exploſion.

Les *Chambres de mines*, que nous appellons auſſi *fourneaux*, lorſqu'elles ſont chargées, ſont particuliérement les endroits où ſe met la poudre. Les paſſages ſouterreins qui y menent, ſe nomment galeries & rameaux, qui ſont les uns aux autres comme les branches ſont aux arbres.

On appelle *Entonnoir* de la mine, l'excavation qui reſte dans les terres après qu'elle a joué.

On nomme *Ligne de moindre réſiſtance*, celle qui eſt la moins capable de réſiſter à la force de la poudre lors de ſon exploſion; & cette ligne eſt ordinairement la plus courte depuis le centre des poudres, qui eſt le foyer de la mine, juſqu'à la ſurface des terres ou d'autre matiere quelconque qui ſe trouve à l'entour.

PLANCHE I. La premiere Figure de la Planche I. fait voir une galerie magiſtrale B C D E F G, &c. ſous le glacis A I K H, &c. ſont les entrées par où l'on y va du foſſé. (1)

La Figure ſeconde repréſente une galerie d'enveloppe A B C D E crenelée du côté du foſſé. (2)

La Figure troiſieme repréſente des bouts de galerie, comme C D, A B, E F, ſortant de quelques coffres pratiqués aux angles rentrants & ſaillants d'une contreſcarpe. (3)

Dans la Figure premiere, les lignes C M, D N, G O, &c. ſont les rameaux de la galerie magiſtrale; M a, N b, &c. ſont les re-

(1) Ceci marque, à peu-près, la diſtribution des galeries & des rameaux de contre-mines de l'ouvrage à couronne de la belle-croix à Metz, avec cette différence pourtant qu'elles s'étendent bien plus loin en-avant du glacis.

(2) Il y en a une à peu-près pareille à Berg-op-Zoom. Il eſt pluſieurs manieres différentes de faire les créneaux, pour tirer de tout côté dans le foſſé; ce qui n'eſt pas de mon ſujet.

(3) Il y a de tels bouts de galeries avec leurs rameaux en croix & en double croix, en-avant des ouvrages détachés du grand front de Luxembourg.

tours aux extrémités des rameaux ; les points noirs a, b, c, d, &c. ſont les chambres de mines.

Dans la Figure ſeconde, les lignes BF, CG, EH, &c. marquent les grands rameaux de la galerie d'enveloppe, deſquels on en peut percer, ſi l'on veut, d'autres plus petits.

Dans la Figure troiſieme ſont marqués des rameaux en croix & en double croix, comme il en eſt en beaucoup de Places.

J'ai jugé ces trois Figures, avec leurs profils, ſuffiſantes, pour donner aux commençants une idée générale des différentes diſtributions de galeries & de rameaux de contre-mines. Les maîtres les font ſuivant leur génie & les différents objets qu'ils ont en vue dans leur ouvrage. D'ailleurs, il eſt à voir en beaucoup de Places des diſtributions de mines & de contre-mines très-belles & très-inſtructives, entre autres celles de la citadelle de Tournay, faites par M. de Megrigny, ainſi que les magnifiques ſouterreins qui s'y trouvent. (1) Au reſte, je ne crains point d'avancer que tout ce que je dirai ſur cette matiere, eſt pour ceux qui entendent les mines, comme pour ceux qui ne les entendent pas, & même particuliérement pour les premiers. Je ne traite ce ſujet ni en pédant, ni en compilateur ; mon but eſt de mettre à la portée d'un chacun ce que je juge convenir le mieux aux Places ſuſceptibles de cette ſorte d'attaque & de défenſe. Après avoir pratiqué en pluſieurs lieux la théorie que je m'en ſuis faite, je compte ſervir le Public en lui faiſant part de mes réflexions ſur une matiere de cette importance.

---

(1) Les François ayant démoli la citadelle de Tournay, après l'avoir priſe en 1745 ; il eſt à préſumer que tous les ouvrages qui y appartenoient auront eu le même ſort, ainſi qu'il n'en reſtera ſans doute plus que les deſſins, qui ſeront oujours admirés des connoiſſeurs.

Digitized by Google

Différents objets des mines.

Les mines ont des objets différents ſuivant les ſituations différentes de terrein où elles ſe trouvent, ſuivant la nature des ouvrages auxquels on les employe.

Ceux qui aſſiegent une Place, s'en ſervent pour faire leurs approches avec plus d'ordre & de ſûreté. Regle générale; dès que vous êtes à une diſtance du chemin couvert où vous préſumez avoir des contre-mines à craindre, vous ne devez plus faire un pas deſſus terre que vous ne ſoyez maître du deſſous, & vous ne pouvez vous en rendre maître qu'en allant, par des galeries & des rameaux, faire vous même, ſous le glacis, des mines capables de rendre celles de la Place au moins inutiles; ce qui occaſionne quelquefois une guerre ſouterraine entre les Mineurs & contre-Mineurs, dont maints Auteurs ont déja parlé, & dont j'aurai lieu de dire quelque choſe dans la ſuite.

On ſe ſert quelque fois de la mine pour faire brêche au mur d'un rempart, (1) pour aſſurer les Batteries ſur la contreſcarpe & les logements dans les ouvrages dont on s'eſt rendu maître.

D'ordinaire ceux qui défendent une Place, ſont de longue-main poſſeſſeurs d'un terrein ſous lequel ils ont leurs galeries & leurs rameaux de contre-mines pouſſés, ſans doute fort au-delà du glacis; (2) ils ne ſont par conſéquent aſſujettis à d'autre ſoin que

(1) Autrefois on attachoit le Mineur au mur des ouvrages, pour y faire brêche; mais à préſent, on ne ſe ſert guere que du canon: du moins aux ſieges où je me ſuis trouvé, je n'ai vu de brêches faites par la mine, qu'en 1762, au ſiege de S***.; encore cette brêche ſe fit-elle ſans endommager la muraille de l'ouvrage, par la quantité de terre qu'une mine prodigieuſe dont nous aurons lieu de parler dans la ſuite, porta juſques ſur ſon rempart; ce qui y fit un chemin pour y mener autant de Troupes que l'on auroit voulu.

(2) Les contre-mines de la belle-croix, à Metz, s'étendent juſqu'à cinquante toiſes de la crête du glacis; j'en ai vu, en d'autres endroits, au moins d'une auſſi grande étendue: celles de Berg-op-Zoom

de faire jouer à propos leurs mines déja préparées. Je ſuppoſe de même, qu'il leur ſera aiſé, par le moyen de leurs galeries ſous le rempart des ouvrages, de pratiquer des fourneaux ſous les brêches, afin de les rendre, par-là, plus reſpectables, & d'empêcher l'ennemi d'y venir avec autant d'aſſurance qu'il y viendroit, s'il ſavoit n'avoir rien à craindre du deſſous.

Enfin, les aſſiégés ſe ſervent de mines pour enlever les cavaliers de Tranchée & les batteries de brêche de l'aſſiégeant (1), pour l'inquiéter dans ſes logements ſur la contreſcarpe, dans les ouvrages détachés de la Place, & ſur le rempart de la Place même.

Avantages des contre-mines.

L'expérience ayant fait voir que c'eſt par les mines que ſe peut faire la plus grande défenſe d'une Place, (2) il eſt à préſumer que dans un terrein qui en eſt ſuſceptible, on n'aura pas manqué de faire des galeries & des rameaux de contre-mines (3),

---

ne vont pas tout-à-fait ſi loin; à tous égards, plus les mines s'étendent au-delà du glacis, mieux elles valent: il n'eſt pas douteux qu'il ne ſoit d'un bien plus grand avantage d'arrêter l'ennemi à 120 pas de la paliſſade, que de le laiſſer approcher impunément du glacis, le terrein dût-il alors être farci de fourneaux les uns ſur les autres, comme le propoſe M. de Valigre.

(1) M. de Belidor rapporte dans ſon Cours de Mathématique, qu'il a fait, en 1718, à l'école de la Fere, une épreuve de mines, pour faire ſauter le canon d'une batterie de brêche du glacis, dans le chemin couvert, & même juſques dans le foſſé de la Place; ce qui lui a parfaitement réuſſi. Il eſt parlé de quelques épreuves pareilles dans S. Remi, non avec des canons de bois, comme il s'en eſt fait en certain endroit, mais avec de véritables pieces de vingt-quatre.

(2) Berg-op-Zoom en eſt une preuve bien convaincante. Ce n'eût été qu'un ſiege de vingt ou trente jours, ſans mines; au-lieu qu'il a duré ſoixante & quatre jours de tranchée ouverte. On peut dire à juſte titre la même choſe du dernier ſiege de S***.

(3) Je ne ſais pourquoi on appelle les mines de la Place, *contre-mines*, & celles de l'aſſiégeant ſimplement *mines*. Selon le cours ordinaire des choſes, il me ſemble que ce devroit être le contraire; car les

le plus loin qu'il aura été poſſible ; ce qui ſe fait en même-temps que l'on travaille à former la contreſcarpe, & à élever les remparts des ouvrages. (1) L'avantage qu'on acquiert par cette eſpece de fortification ſouterraine, eſt particuliérement la commodité de n'avoir qu'à charger les mines préciſément dans le temps qu'on veut en faire uſage, ou bien de n'avoir que des bouts de rameaux à pouſſer à droite & à gauche, pour en faire de nouvelles, ſelon le beſoin ; cela peut aller fort loin, comme nous l'avons vu au dernier ſiege de S. ***.

L'aſſiégeant, au contraire, ne ſauroit faire un pas ſur le glacis d'une Place contre-minée, ſans avoir par-tout des puits d'écoute. De ces puits, quelquefois très-profonds, il eſt obligé de percer des rameaux aſſez longs pour prévenir les contre-mines que l'aſſiégé eſt toujours prêt à faire jouer contre lui. Il eſt donc de ſon intérêt de gagner, autant qu'il eſt poſſible, le deſſous des fourneaux de la Place, ou du moins de ſe mettre de niveau avec eux. C'eſt pourquoi dans un terrein ordinaire, on l'approfondit, juſqu'à ce que l'on trouve l'eau ; (2) après quoi on

---

mines de la Place étant faites de longue main, ce n'eſt que contre elles que l'aſſiégeant fait les ſiennes : mais cela étant déja reçu, nous n'innoverons rien dans les termes & uſages établis, ſur-tout la choſe par elle-même ne tirant à aucune conſéquence.

(1) Je connois certaine Place que l'on auroit beaucoup mieux fait de contre-miner juſqu'à cinquante toiſes du glacis de ſes vieux ouvrages, que d'y en ajouter un labyrinthe de nouveaux, qui, à proprement parler, ne ſont que des colifichets, & qui cependant demanderoient une garniſon & une artillerie très-conſidérables pour les défendre. Ajoutons à cela, qu'il n'y a point de comparaiſon à faire, entre ce qu'auroit coûté la diſtribution des galeries & des rameaux quelconques aux environs, & ce qu'à coûté la bâtiſſe de cette quantité de nouveaux ouvrages.

(2) Lorſque je parle d'approfondir juſqu'à l'eau, je n'entends pas cette eau qui viendroit de quelque ſource, comme il s'en trouve ſouvent dans les mines pratiquées ſous des hauteurs. J'entends celle qui

Digitized by Google

pouſſe à ſec des galeries ou des rameaux vraiſemblablement à même hauteur que les contre-mines de la Place ; ce qui établit une eſpece d'égalité de part & d'autre.

Cas à décider par rapport aux chambres des mines.

Je voudrois qu'il fût décidé par les plus expérimentés dans le métier, lequel eſt le plus avantageux, d'avoir les chambres de mines toutes faites ſous le glacis, comme il ſe voit en la figure Ie., ou bien, de n'avoir qu'à ſe tenir, dans ſes galeries, prêt à percer, ſous les terres, des rameaux par-tout où il en ſeroit beſoin, afin d'établir, en conſéquence des progrès de l'ennemi, des fourneaux, préciſément aux endroits où l'on voudroit que l'effet des mines ſe fît. (1) Il y a beaucoup de raiſons pour & contre. (2) Ceux qui ont travaillé dans des fortereſſes à ces ſortes d'ouvrages, & qui ont jugé à propos de faire d'abord leurs chambres de mines à l'extrêmité des rameaux, prétendent qu'indépendamment des chambres faites, ils peuvent aller encore plus loin dans les terres, & qu'en cela, ils ont le double avantage de points fixes, dont ils ſont toujours les maîtres de diſpo-

---

ſe trouve naturellement au fond du terrein, à la hauteur des foſſés de la Place, de quelque riviere ou de quelque lac voiſin.

(1) Ce n'étoit, à Berg-op-Zoom, que des bouts de galerie ſortant d'une magiſtrale crénelée ſous la contreſcarpe. On pouvoit pouſſer, delà, autant de rameaux & de fourneaux que l'on vouloit dans les terres.

Il n'y avoit point de retours, ni de chambres faites aux contre-mines de Metz, lorſque je les ai vues.

(2) De tous ceux avec qui je me ſuis entretenu ſur ce ſujet, j'en ai trouvé peu qui ne fuſſent entêtés de leurs préjugés, les uns avec quelques raiſons, les autres ſans aucune raiſon, & j'ai remarqué conſtamment que les plus vieux étoient les plus entichés de leurs marottes ; ce qui ne peut que faire un très-grand tort aux Arts & aux Sciences. C'eſt à peu près comme ſi l'on parloit à certains Artilleurs François, du jet des bombes avec un ou deux feux, avec plus ou moins de poudre, avec une élévation de mortier de plus ou moins de degrés ; chacun, là-deſſus, n'entend que ſes raiſons ou ſes préjugés.

Digitized by Google

ſer, & la facilité de faire d'ailleurs tout ce qu'ils veulent ſous les terres, en ſe ménageant les moyens pour cela. En un tel cas, je voudrois, pour conſerver & profiter de tous ces avantages, que les retours qui menent aux chambres des mines, fuſſent généralement de la moitié plus longs que la ligne de moindre réſiſtance des fourneaux, afin de n'être obligé de bourrer que les retours, & de pouvoir, en tous cas, percer, des extrêmités des galeries, les rameaux que l'on voudroit, dans les terres, ſoit en-avant, ſoit à côté. Les mines en forme de T ou de demi T, comme il ſe voit en la Figure Ie., ſeroient pour cela les meilleures.

Ceux qui ne ſont pas pour les chambres de mines faites de longue main ſous le glacis, diſent pour leurs raiſons, que dans les circonſtances d'un ſiege, il eſt bien difficile de n'être pas tenté de s'en tenir à des points déja fixés; il eſt certain que les rameaux de contre-mines ſont ordinairement ſi étroits, ſi bas & peut-être déja ſi avant dans les terres, qu'il ſeroit difficile d'aller plus loin. D'ailleurs, comment tirer toutes ces nouvelles terres, par un long boyau, & où les mettre, ſinon dans les galeries ou dans le foſſé qui peut-être ſera fort éloigné? (1) Les mines étant faites de longue main, l'Ennemi pourra bien plus aiſément en avoir connoiſſance. Il ſaura, de maniere ou d'autre, ſi elles ſont faites réguliérement & de quelle ſorte de régularité. S'il ne ſait pas au juſte juſqu'où elles s'étendent, il ne faut qu'un ou deux fourneaux qui auront joué peut être ſans effet, pour lui marquer

(1) Les Autrichiens, par leurs travaux immenſes ſous terre, au dernier ſiege de S. ***, nous ont fait voir que tout cela, à force de bras & de peine, pouvoit très-bien ſe faire. Ils avoient de bons ventilateurs, pour fournir de l'air où il auroit pu en manquer.

ESSAI
SUR LES
MINES.

Digitized by Google

A

SON ALTESSE SÉRÉNISSIME

MONSEIGNEUR

LE PRINCE HÉRÉDITAIRE

DE

BRUNSWICK-WOLFENBUTEL,

Maréchal-Général des Armées du Roi de Pruſſe, & Chevalier de ſes Ordres.

MONSEIGNEUR,

L'OUVRAGE que je prends la liberté d'offrir à VOTRE ALTESSE, n'eſt autre choſe qu'une collection de quelques idées qui me ſont venues ſur les mines, lorſque j'ai eu l'occaſion d'en faire uſage. Quoique ce ne ſoit pas un ſujet à comparer aux hautes Parties de la guerre dans leſquelles VOTRE ALTESSE a fait voir, aux yeux de l'Europe, ſes connoiſſances ſupérieu-

Digitized by Google

res, il ne laiſſe pas cependant d'exciter quelquefois la curioſité des grands Seigneurs, même leur attention particuliere. On me dira que c'eſt un métier réſervé à un petit nombre de perſonnes; mais nous avons vu en maintes occaſions, ce petit nombre de créatures rampantes comme des vers ſous terre, ſe faire plus craindre que le Tonnerre d'une Armée formidable. Tel va affronter gaiement des Bataillons & des Eſcadrons, qui tremble en marchant ſur un terrein qu'il ſait ou qu'il craint d'être miné. Le nom ſeul de Mines fait plus d'impreſſion ſur les Troupes que les dangers les plus évidents en plein air. D'ailleurs, c'eſt une partie de la Science militaire dans laquelle de grands Hommes ont excellé. Il n'eſt guere de bonne Place où l'on n'ait employé les Mines, pour peu qu'elles en ayent été ſuſceptibles. Je laiſſe à VOTRE ALTESSE à juger ſi mes réflexions ſont juſtes; elle en eſt d'autant plus capable, qu'elle eſt plus verſée dans le Génie & la Fortification dont les Mines ſont une partie eſſentielle. Heureux de mériter l'approbation d'un Prince auſſi grand par ſes Qualités perſonnelles que par ſa Naiſſance illuſtre.

Je ſuis avec un très-profond reſpect,

MONSEIGNEUR,

DE VOTRE ALTESSE SÉRENISSIME,

Le très-humble & obéiſſant Serviteur,
LE FEBVRE.

Digitized by Google

SOMMAIRE.

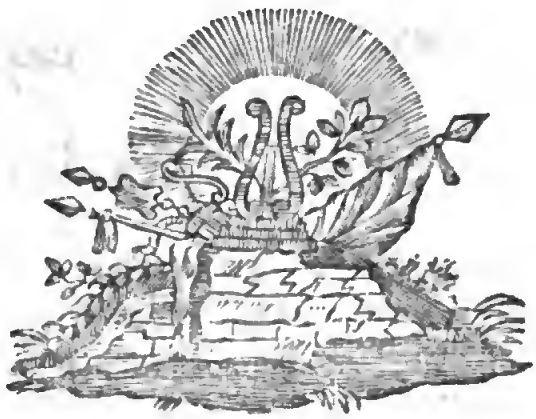
Définitions & explication de quelques termes propres aux Mines, Page 1
Différents objets des mines, 4
Avantages des contre-mines, 5
Cas à décider par rapport aux chambres de mines, 7
Extrait de la Diſſertation ſur les mines, 12
Examen du projet de M. de Valiere, 19
Premiere maniere d'exécuter le projet de M. de Valiere, défectueuſe, 20
Avantages ſpécieux du ſyſtême de M. de Valiere, 23
Seconde Maniere d'exécuter le projet de M. de Valiere, 25
Troiſieme Maniere d'exécuter le projet de M. de Valiere, 29
Conſtruction des ſouterreins pour les mines, 30
Différentes dénominations & dimenſions des ſouterreins pour les mines, 31
Galerie en maçonnerie faite à ciel ouvert, ibid.
Entrées des mines, 33
Maçonnerie ſous terre, 36
Cas de monter ou de deſcendre dans les mines, 37
Maniere de coffrer un ſouterrein ſans chaſſis, 38
Maniere d'aller aux mines devant une Place par des puits, 39
Par des deſcentes ſous le parapet de la Tranchée, 40
Des puits, galeries & rameaux d'écoute, ibid.
Maniere de charger & de bourrer les mines, 41
Maniere de mettre le feu aux Poudres, 42
Nouveau Projet de contre-mines en-avant du chemin couvert, 47

Digitized by Google

Maniere d'exécuter ce nouveau Projet de contre-mines, 50
Des fougaſſes ſelon ce nouveau ſyſtême, 51
Des bombes ſous le glacis, 54
Des grands obſtacles qui pourroient ſe rencontrer lors de la conſtruction des ouvrages, 55
Des contre-mines au corps de la Place & aux ouvrages détachés, 57
Maniere de faire ſauter tout un retranchement, 59
Maniere de faire ſauter les traverſes du chemin couvert, 60
Extraits de lettres de M. de Belidor, 61, 83, 84, 85, 86, 88
Des mines de l'aſſiégeant & de la maniere de ſe conduire devant une Place forte par les contre-mines, 64
Premiere Maniere de marcher ſur la capitale d'un ouvrage contre-miné, 65
Seconde Maniere de marcher ſur la capitale d'un ouvrage contre-miné, 70
Extrait d'un Livre intitulé : Nouveau Syſtême de la Maniere de défendre les Places par le moyen des Contre-mines, &c. 77
Premiere Epreuve du globe de compreſſion par M. de Belidor, 82
Epreuve du globe de compreſſion faite à Potſdam devant le Roi en 1754, 86
La mine joue en préſence de Sa Majeſté, 92
Application du globe de compreſſion à l'attaque des Places, ibid.
Précautions à prendre dans les Tranchées avant de mettre le feu à la mine, 94
Maniere de ſe rendre maître des ouvrages de la Place par le moyen du globe de compreſſion, 96
Cas d'un Cavalier ſur un Baſtion à enlever, 98
Maniere de détruire le ſyſtême de M. de Valiere par le moyen du globe de compreſſion, ibid.
De la charge des mines ordinaires, 104

Digitized by Google

Tables pour la charge des mines ſelon les différentes ſortes de terre où elles ſe trouvent par M. le Febvre, & raiſon du calcul de ces Tables, 106, 107, 108, 109, 111
Des mines ſous le rempart & dans la maçonnerie, 112
Cas des Caſemates en largeur ſous le rempart, 116
Épreuve pour ſavoir combien de temps la poudre peut reſter ſous terre ſans ſe gâter, 117



Digitized by Google

ESSAI

Digitized by Google

marquer leur véritable diſtance du chemin couvert, & le mettre au fait de ce qu'il deſire ſavoir de leur diſpoſition. Mais ſi l'on n'a que des bouts de galerie de l'extrêmité deſquelles on puiſſe pouſſer des rameaux par-tout où l'on veut, l'Ennemi ne pourra guere s'en appercevoir qu'au moment qu'il en ſentira l'effet. La terre du nouveau rameau, auquel on travaille, quand on veut, peut ſervir à en bourrer d'autres déja faits, ou bien on les bourre chacun de leurs propres terres. (1)

Au reſte, c'eſt à ceux qui ſe trouvent chargés de la direction des contre-mines d'une Place, à ſe conduire ſelon leur génie, leurs connoiſſances & leur expérience. Généralement toutes les mines ſont bonnes dès qu'on peut les faire jouer à propos, & que l'effet répond à ce que l'on s'en eſt promis. Peut-être la mine faite depuis long-temps ne ſe trouvera-t-elle pas juſtement à l'endroit où elle devroit être par rapport aux approches de l'Ennemi; mais, d'un autre côté, y aura-t-il dans la Place des gens capables d'en faire d'abord de nouvelles? ſera-t-il aiſé de trouver quelqu'un pour les diriger? on a à faire de tant de côtés différents; on eſt peut-être déja accablé par la longueur du ſiege; c'eſt d'ailleurs un travail ſourd, qui ſe fait dans l'obſcurité. Qu'on ſuppoſe, tant qu'on voudra, *théoriquement*, que la Place eſt abondamment pourvue de tout ce qu'il lui faut, qu'il y a de bons Officiers pour toutes les parties de la défenſe, on s'apperçoit, à la fin, qu'elle manque ſouvent des choſes les plus eſſentielles. (2)

---

(1) J'ai vu, au dernier ſiege de S ***., les mines de l'Ennemi bourrées avec du bois de chauffage mêlé de terres.

(2) Qui croiroit que dans une Place des plus conſidérables de l'Europe, on avoit décidé, dès le commencement du ſiege, d'abandonner les contre-mines qui en ſont la principale force, & cela, ſous

Il y a deux choſes à conſidérer dans les mines, leur diſtribution en général, & leur conſtruction particuliere. La diſtribution des mines en général, regarde plus ſpécialement ceux qui défendent les Places que ceux qui les attaquent. Ceux-ci, dans le fond, n'ont que quelques endroits où ils s'attachent pour aller, avec des galeries ou de ſimples rameaux, à la rencontre de leurs Ennemis, qui les attendent de pied-ferme dans leurs ſouterreins. Les autres, au contraire, ont l'avantage d'être maîtres d'un terrein ſous lequel j'ai déja dit qu'ils auroient leurs mines préparées depuis maintes années : qui ſait s'ils ne ſe ſeront pas ménagé les moyens d'aller encore plus loin dans l'occaſion. Les contremines d'une Place doivent donc, ſelon le cours ordinaire des choſes, être regardées plutôt comme un ouvrage de fortification, que comme une opération de campagne momentanée.

On ne ſauroit pouſſer trop loin les contre-mines d'une Place, pour peu qu'on veuille tenir l'Ennemi éloigné des ouvrages, l'empêcher de voir ce qui ſe paſſe dans le chemin couvert, & rendre l'établiſſement de ſes batteries contre les murailles le plus difficile qu'il eſt poſſible. On doit obſerver ſur-tout, que les fourneaux ſoient diſtribués de maniere qu'il ne ſe trouve point d'endroit au glacis, ni même en-avant, où l'ennemi puiſſe mettre le pied en ſûreté. Ce n'eſt pas que je veuille pour cela que les fourneaux ſoient multipliés à l'infini; j'exige ſeulement qu'ils ſoient placés, les uns à l'égard des autres, de façon que les travaux les plus avancés de l'aſſiégeant, en reçoivent au moins quelques éclabouſſures. (1) On aura ſoin que les communications

prétexte de n'avoir point aſſez de poudre pour les charger. Peut-être n'y en avoit-il pas, en effet, aſſez.

Matiere à Réflexion.

(1) La terreur que le nom ou l'idée de *Mines* inſpire au ſoldat, fait beaucoup plus d'impreſſion ſur ſon eſprit, que la mine elle-même ne fait d'effet ſur ceux qui s'y

quelconques aux mines, ſoient tellement faites, qu'elles ne puiſſent à la fin devenir utiles à l'Ennemi. Les Ingénieurs-Conſtructeurs ſuivent, dans des cas pareils, la regle que leur dictent les lieux & le terrein dans lequel ils travaillent.

Les fourneaux, dans la diſtribution des contre-mines, peuvent être tous à peu près à une même profondeur dans les terres; il peut y en avoir de plus élevés & de plus profonds les uns que les autres. La nature peut avoir fait les premiers, & l'art les ſeconds : peut-être la nature & l'art les auront-ils fait les uns & les autres tels qu'ils ſont. Le tableau que M. de Valiere nous a laiſſé dans ſa Diſſertation ſur les mines, nous vient fort à propos, pour nous mener par degrés à l'explication des différentes manieres de placer des fourneaux dans la profondeur des terres.

Je parlerai de la conſtruction des galeries & des rameaux, à meſure que l'occaſion s'en préſentera, ſans pourtant m'attacher trop aux détails de la maçonnerie que je laiſſe aux Ingénieurs-Conſtructeurs des Places, comme faiſant partie principale de la fortification.

---

trouvent expoſés. Il faut avoir bien du malheur pour que huit ou dix hommes ſoient emportés par une mine. Je ne craindrai donc point de dire, d'après M. le Maréchal de Lowendal, &, bien plus ſûrement encore d'après l'expérience, que de la maniere dont tout cela s'exécute, ce n'eſt, pour ainſi dire, qu'un épouvantail. Quelques bouts de logements, quelques rameaux en ſouffrent ſans doute; mais après que la mine a joué, on répare, autant qu'on peut, le dommage qu'elle a fait. Qui ſait ſi l'entonnoir ne ſervira pas d'un bon logement à l'aſſiégeant, pour peu qu'il ſoit ſûr de ne pas ſauter une ſeconde fois? Nous ſavons qu'au ſiege de Berg-op-Zoom, qui a coûté aux François dix à onze mille hommes, il n'en a pas péri deux cents par les mines, quoique les aſſiégés y euſſent fait jouer trente-neuf fourneaux.

Au dernier ſiege de S ***, nous n'avons pas perdu vingt-cinq hommes par les mines de l'aſſiégé, quoiqu'elles nous ayent fait beaucoup de dommage d'ailleurs.

EXTRAIT

De la Diſſertation de M. de VALIERE *ſur les Mines.* (1)

» TOut l'artifice, dit M. de Valiere, conſiſte à imaginer » un plan dans le ſolide des terres, qui coupe le plan du glacis » ſous un angle de quarante-cinq degrés.

DÉFINITIONS.

Fig. 4. » Ce plan imaginé dans le ſolide des terres, je le nomme » plan des fourneaux, ou plan des foyers; parce que c'eſt ſur » ce plan que le foyer ou le centre de chaque fourneau doit » être placé. Il eſt ici marqué par les lignes A A, B B, avec les » fourneaux. C. marque les premiers fourneaux, F. les ſeconds, » E. les troiſiemes. La ligne A N eſt la largeur du plan; la li- » gne A A eſt la directrice.

Fig. 5. » Le plan du glacis eſt marqué par les lignes P P, X X. P P » eſt la ſommité du chemin couvert, D D eſt la directrice. Les » points 2, 3, 4 marquent ſur le plan du glacis la correſpon- » dance perpendiculaire des foyers, ou, ſi l'on veut, les extré- » mités des lignes de moindre réſiſtance. Les petits cercles mar- » quent l'ouverture, ou l'effet de huit des premiers fourneaux;

(1) J'ai fait cet extrait du 3e. Tome des Commentaires ſur Polibe, par M. le C. de Folard, obſervant de n'y inſérer que les choſes les plus propres à l'objet que je me propoſe dans l'examen de cette Diſſertation.

» les moyens marquent l'effet de quatre des ſeconds fourneaux; » les grands marquent l'effet de deux des troiſiemes fourneaux.

» La commune ſection du plan des foyers avec le plan du » glacis, donne la directrice AA, ou DD.

PROFILS.

» Figure 6e. glacis horiſontal ou de niveau. Figure 7e. gla- » cis dont le talus incline ou deſcend vers la campagne. Fi- » gure 8e. glacis à revers dont le talus incline ou deſcend vers la » place. La ligne GH. eſt la coupe du plan PP, XX; la ligne FL. » eſt la coupe du plan AA, BB; ainſi FL convient avec AB. Le » point g convient avec la ligne PP; le point directeur F » convient avec la directrice AA, ou DD.; le point O. avec les » foyers C.M, avec les E.L, avec les B. z, x, y, avec les 2, 3, 4.

» Pour ne point endommager le parapet du chemin-couvert » par l'effet des fourneaux, il faut obſerver de placer le point » directeur F. ou directrices AA, DD, à une diſtance du pa- » rapet g. ou PP, comme de trois, quatre, cinq, ſix pieds: » en cet exemple F eſt à quatre pieds de g.

CONSTRUCTION.

» Si les convenances me déterminent à placer le premier éta- » ge de fourneaux à dix pieds ſous le glacis, je fais F z. égal » à dix pieds. Du point z, j'abaiſſe ſur F z, la perpendiculaire » z O, qui rencontre la diagonale FL. Au point O, qui donne » le foyer O, O, z, eſt la ligne de moindre réſiſtance. Elle eſt » par la conſtruction égale à dix pieds.

» Sur la ligne AN, je fais AI, égal à FO; par le point Ie. je Fig. 4.

» tire la ligne CC, parallele à AA. Sur la ligne CC, je mar-
» que de dix pieds en dix pieds les premiers fourneaux C, qui
» par conſéquent ſe trouvent éloignés les uns des autres de
» leur ligne de moindre réſiſtance égale à dix pieds.

Pour les ſeconds Fourneaux.

Fig. 4 & 6. » Sur la diſtance des deux foyers voiſins CC, comme baſe, je
» décris un triangle iſocelle CEC, dont je fais les côtés CE, CE,
» égaux chacun à la ligne de moindre réſiſtance Oz, du four-
» neau O ou C.; par le ſommet E de ce triangle, je tire la
» ligne EE parallele à CC, ou à AA; je marque les ſeconds
» fourneaux E ſur cette ligne EE; en ſorte que chaque E ſe
» trouve vis-à-vis le milieu de l'eſpace qui eſt entre deux C
» voiſins, alternativement de deux en deux. Sur la ligne AN, je
» prends la diſtance CE, je la porte au profil de O en M,
» pour avoir le point M, centre du ſecond fourneau; je tire Mx,
» parallele à Oz, & j'ai Mx pour ligne de moindre réſiſtance
» des ſeconds foyers M.

Pour les troiſiemes Fourneaux.

Fig. 4 & 6. » Sur la diſtance de deux foyers voiſins E, E, comme baſe,
» je décris un triangle iſocelle EBE, dont je fais les côtés EB,
» EB, égaux chacun à la ligne de moindre réſiſtance Mx, du
» ſecond foyer M ou E. Par le ſommet B, je tire la ligne BB
» parallele à EE, ſur laquelle je marque les troiſiemes foyers
» B, dans le même ordre à l'égard des ſeconds, que celui qu'on
» a obſervé en marquant les ſeconds à l'égard des premiers. Sur
» la ligne AN, je prends la diſtance EB, je la porte au profil

Digitized by Google

» de M en L, pour avoir le foyer L, centre du troiſieme » fourneau : je tire la ligne L y. parallele à M x, & j'ai L y » pour ligne de moindre réſiſtance des troiſiemes foyers L.

PAR LE CALCUL.

Premiers Fourneaux.

» La ligne F z ou z O = 10 pieds = *a*. Ainſi F O ou » A I = $V\overline{\frac{aa}{2}}$ = 14.pieds 1.pouce 9.lignes.

Seconds Fourneaux.

» Au Triangle iſocelle C E C, par la Conſtruction C E = » *a*. Ainſi $V aa - \frac{aa}{4}$ = O M ou C E, priſe ſur la ligne A B » $V aa\ 4 - \frac{aa}{4}$ = 8.pieds 7.pouces 9.lignes. = *b*. Ainſi $V\frac{bb}{2}$ = » z x = M x − *a* = 6.pieds 1.pouce 9.lignes.

Troiſiemes Fourneaux.

» Au Triangle iſocelle E B E, ſoit E B = M *x* = *c*. or » E E. = 2*a*. Ainſi E B. ſur la ligne A B ou M L. = $V\overline{cc}$ » *aa*. = 12.pieds 7.pouces 2.lignes. = *d*. Ainſi $V\overline{dd}$ = x y. = » L y − *c*. = 8.pieds 11.pouces 4.lignes.

» On voit que pouvant approfondir perpendiculairement » ſous un glacis de vingt-cinq pieds & environ un pouce, les » premiers fourneaux étant à dix pieds de profondeur, on voit, » dis-je, qu'il y a de quoi placer trois étages de fourneaux, » ſans que les premiers qui jouent endommagent les autres. Il » eſt facile de placer autant d'étages de fourneaux que la profon- » deur du terrein le permettra. En ſuivant la conſtruction qui

Digitized by Google

» vient d'être expliquée, on voit que le profil & le plan des » foyers s'aident mutuellement ; le profil détermine certaines di- » menſions du plan des foyers, & le plan des foyers en dé- » termine au profil.

» La ligne de moindre réſiſtance O z. des premiers fourneaux » C. détermine la diſtance de C. à C. Elle donne auſſi la diſtan- » ce des C. aux E. La ligne de moindre réſiſtance M x. déter- » mine la diſtance des E. aux B ; & ainſi la diſtance des foyers » inférieurs aux foyers ſupérieurs, eſt toujours la moindre réſiſ- » tance des ſupérieurs ; mais il ſe rencontre des terres foibles, » qui néceſſitent à augmenter les lignes de moindre réſiſtance » pour l'eſpacement des fourneaux. Je n'ai pas vu que cette au- » gmentation ait paſſé $\frac{1}{7}$; c'eſt-à-dire ſi la ligne de moindre réſiſ- » tance eſt de douze pieds, l'eſpacement des foyers ſera de » ſeize pieds. La pratique donne cette connoiſſance ; du reſte, la » conſtruction eſt toujours la même.

» Il faut remarquer ici, dit encore M. de Valiere, que ſi la » profondeur du terrein eſt convenable à pouvoir faire ſauter ſix » & ſept fois la ſuperficie qui avoiſine le chemin couvert, il » eſt facile en plein terrein, qui aura la même profondeur, » de diſpoſer les fourneaux de maniere à enlever vingt fois les » mêmes endroits dans toute la ſuperficie du glacis ou de la cam- » pagne. (1)

» Comme on n'a point encore vu ni oui parler d'une défenſe » de cette nature, on pourra ſoupçonner d'être imagination, » ce

(1) M. de Valiere ſaute tout d'un coup de 6 ou 7 juſqu'à 20 fois. Je comprends bien qu'en tournant, avec trois étages de fourneaux, autour d'un point qui ſeroit le quatrieme, on pourroit faire ſauter ce point juſqu'à 19 fois ; mais à quoi tout cela ſert-il ; ſinon à amuſer des écoliers, & à faire ouvrir de grands yeux à des gens

» ce que je viens de dire en faveur de l'uſage des contre-mines. » Je n'avance rien qui ne ſoit fondé ſur une théorie expérimen- » tée. (1) La choſe gît en fait, & j'en aſſure non-ſeulement la » poſſibilité, mais auſſi la facilité.

» Pour la préparation des contre-mines que je propoſe, il faut » du temps & de la dépenſe : l'un & l'autre ne ſont pas ſi con- » ſidérables qu'on pourroit ſe l'imaginer. En trois ou quatre » mois, s'il ne ſe rencontre point de roc vif, on peut perfec- » tionner une Place en contre-mines, & ſe rendre maître de la » campagne juſqu'à ſoixante & ſoixante-dix toiſes au-delà de la » paliſſade, bien entendu avec le nombre ſuffiſant de Travail- » leurs.

» Pour la dépenſe, je l'eſtime peu de choſe, par rapport aux » millions que coûte la bâtice des Places, à l'occaſion deſquel-

---

gens qui n'entendent rien dans ces choſes-là. Il faut aller au véritable objet, & ne pas s'arrêter à des minuties. J'ai vu faire, il y a quelques années, devant un grand Roi, une épreuve pour enlever ſept fois un même point. Six fourneaux dans un plan horiſontal environnoient un ſeptieme, tous à 9 pieds de diſtance l'un de l'autre, & à 9 pieds de profondeur. Ils furent chargé chacun d'environ ſoixante & dix livres de poudre, & l'on fit jouer celui du centre, le premier, qui fit ſon excavation ſuivant la loi ordinaire des mines chargées convenablement. Les autres jouerent ſucceſſivement, & leur effet ſe fit de maniere que leur excavation générale eut environ trente-ſix pieds de diametre : ſur quoi je jugeai que le Mineur n'avoit pas rempli l'objet de ſon épreuve, qui, probablement, étoit de ne faire ſauter que le même point, l'effet des fourneaux environnants ne devant pas paſſer le premier entonnoir; & c'eſt à quoi il auroit ſans doute réuſſi, s'il avoit réglé la charge des ſix fourneaux, non ſelon leurs premieres lignes de moindre réſiſtance, mais ſelon celles qu'ils ſe trouvoient avoir après que le fourneau du centre eut joué : ce qui ſe ſeroit réduit, tout au plus, à une quinzaine de livres de poudre, au-lieu de ſoixante & dix livres. Ainſi cette épreuve n'a aboutit qu'à faire jouer des mines les unes proches des autres.

(1) C'eſt peut-être ſur quelqu'épreuve pareille à la précédente qu'eſt fondée la théorie expérimentée de M. de Valiere, & vraiſemblablement ce ſera là-deſſus qu'il aura élevé ſon édifice.

» les il eſt important & néceſſaire d'employer toute l'induſtrie » poſſible pour les conſerver.

» Je dirai donc que ſur un front de polygone de deux cents » toiſes, je compte qu'il faut deux mille toiſes de galeries : ce » qui pourroit coûter, tant en matériaux qu'en main-d'œuvre, » environ 35000 livres (1), & outre cela cent milliers de pou- » dre à cette deſtination.

» Les galeries coffrées en bois ſont plus faciles à défendre, & » ſont auſſi plus commodes pour éviter certains accidents, que » celles qui ſont maçonnées ; mais comme on eſt obligé de re- » vêtir de maçonnerie ces ouvrages pour qu'ils durent, il faut » pour éviter ces mêmes accidents, que le ciel de la galerie » ſoit plat, c'eſt-à-dire que la voûte en-dedans ſoit plate, & non » en ceintre, comme on les fait. (2)

» J'eſpere être en état de lever les objections que l'on pour- » ra faire ſur cette pratique des contre-mines. Une des plus con- » ſidérables, je crois, eſt la difficulté de manœuvrer dans les » galeries, & de percer des terres, lorſqu'il y a eu pluſieurs » fois de la poudre brûlée aux environs. En effet, les parties nî- » treuſes & ſulphureuſes de la poudre, mêlées avec les vapeurs

(1) Aujourd'hui il faudroit compter au moins ſur le double, ſur-tout dans le Pays où je ſuis.

(2) Je ne ſais ce que M. de Valiere entend, lorſqu'il dit qu'il voudroit que le ciel de la galerie fût plat, au-lieu d'être en ceintre. Il auroit dû, ce me ſemble, s'expliquer plus clairement ſur les avantages de l'un plutôt que de l'autre. J'ai conſulté des gens ſenſés ſur les accidents prétendus des voûtes ceintrées, & perſonne ne m'a pu rien répondre de poſitif là-deſſus. D'ailleurs, puiſque M. de Valiere parle de la difficulté de travailler dans des terres remuées par les mines, à cauſe des exhalaiſons cauſées par la poudre brûlée, il laiſſe ſon Lecteur en doute, ſi les rameaux doivent être maçonnés, ou ſi ſon projet ſe réduit à des opérations de ſiege.

Digitized by Google

» ſouterraines, en répandent une ſi épaiſſe & ſi inſupportable » dans les galeries & dans les terres, que les Mineurs ne peu- » vent y réſiſter. Souvent ils s'évanouiſſent & meurent, ſi on n'a » pas le ſoin de les retirer au plus vîte ; mais dans la conſtruc- » tion des galeries, il y a des précautions à prendre pour y pu- » rifier & faire circuler l'air ; ce qui remédie à cet inconvé- » nient.

» Je ſouhaite, pour le bien du ſervice, qu'on ait égard à ce » que je propoſe. J'oſe même aſſurer que l'on y feroit une ſé- » rieuſe attention, ſi une fois l'on avoit expérimenté l'uſage par- » fait des contre-mines.

Examen du projet de M. de Valiere.

Cet arrangement de mines, les unes plus profondes que les autres ſous les terres d'un glacis, avec tous les avantages que M. de Valiere prétend en tirer, ſeroit aſſez bien imaginé, ſi l'exécution étoit auſſi aiſée que le projet, s'il ne manquoit rien au rapport que toutes les parties d'un tel projet doivent avoir entre elles. Il ſemble, à en juger à la premiere vue de ſes deſſeins, que la diſtribution de ſes mines n'eſt que pour la défenſe du glacis, même fort près de la paliſſade ; ſon étage le plus avancé dans les terres n'en étant guere qu'à trente pieds de diſtance. Qu'entend-il par *ſe rendre maître de la campagne, juſqu'à ſoixante ou ſoixante & dix toiſes de la paliſſade?* comme il le marque en un endroit de ſa diſſertation : eſt-ce avec ce même projet de trois étages de fourneaux qu'il pouſſeroit dans les terres, juſqu'à cette diſtance, par le moyen de quelque galerie principale, qui régneroit en maniere d'enveloppe ſouterraine, dans toute la partie défendue par les mines. J'avoue que je ne trouve pas ſes raiſonnements là-deſſus bien nets.

M. de Valiere veut faire jouer, premiérement, l'étage le plus élevé qui n'eſt qu'à quinze pieds de la crête du glacis ; enſuite

celui du milieu, laiſſant le plus bas pour le dernier. Il attendra donc pour cela que l'Ennemi ſe ſoit logé preſque ſur la crête du glacis, & il croit qu'il s'y logera ſans précaution, ſachant avoir des mines ſous lui. Quoique je ne ſois pas l'Apologiſte d'un projet ſuſceptible, je ne dirai pas de tant de défauts, mais de tant de difficultés & d'inutilités, je ne m'érigerai pas non plus en critique outré d'un homme auſſi reſpectable que l'étoit M. de Valiere. J'ai cherché avec beaucoup d'application, de quelle maniere ſes idées pouvoient s'exécuter; le Lecteur impartial & connoiſſeur en jugera par les expoſés ſuivants.

Premiere maniere d'exécuter le projet de M. de Valiere défectueuſe.

En ſuppoſant, comme M. de Valiere, que l'on puiſſe ſe mettre à vingt-cinq pieds ſous les terres du glacis, ce qui eſt déja beaucoup, nous ſuppoſerons en même-temps, pour faciliter la choſe le plus qu'il eſt poſſible, un foſſé ſec de dix-huit ou vingt pieds de profondeur, comme on le voit par le profil de la contreſcarpe, Fig. Ie. Dans ce profil, à peu près le même que ceux de M. de Valiere, les fourneaux du premier étage ſont à dix pieds de moindre réſiſtance ſous le glacis, & à ſeize pieds au-deſſus du niveau du foſſé; ceux du ſecond étage ſont à neuf pieds au-deſſus du niveau du foſſé, & à ſeize pieds ſous le glacis; enfin, ceux du troiſieme étage, de niveau avec le fond du foſſé, ſont à vingt-cinq pieds ſous le glacis, & à environ trente pieds de ſa crête. Cela poſé, voyons ce qui doit naturellement en réſulter. Ira-t-on à chaque étage par des bouts de galerie, les uns plus bas, les autres plus élevés? A la rigueur, cela ſeroit praticable; mais alors quelle quantité de bouts de galeries, ou ſi l'on veut, de rameaux ne faudroit-il pas? Voyez-en un échantillon dans la Fig. 2e.

PLANCHE II.

Cependant en ſuivant cette voie, puiſque nous l'avons ouverte, & faiſant, pour les fourneaux du premier étage, des ra-

Digitized by Google

meaux de vingt en vingt pieds, chaque rameau devant ſervir pour deux fourneaux, ce ſera pour un front de polygone ordinaire, quatre-vingts bouts de galerie, ou rameaux du premier étage, quarante du ſecond, & autant du troiſieme, ceux du ſecond & du troiſieme eſpacés de quarante en quarante pieds, & chacun des derniers ne devant ſervir que pour un fourneau du plus bas étage. Voilà donc pour un ſeul front de polygone, cent & ſoixante rameaux tous ſéparés les uns des autres, & ſans aucune communication entre eux, ſinon par le foſſé. On peut ſe repréſenter l'effet ſingulier que cela feroit le long d'une contreſcarpe.

Si la largeur du chemin couvert eſt de huit toiſes, ce ſera pour chaque rameau du plus haut étage avec ſes deux retours, un ouvrage d'environ ſoixante & dix pieds de développement, & pour tous enſemble, de cinq mille ſix cents pieds; ce ſera pour ceux du ſecond étage, à proportion des premiers, trois mille deux cents pieds, & environ autant pour ceux du troiſieme, à proportion des deux autres : en tout, pour les trois étages d'un front de polygone, douze mille pieds ou deux milles toiſes; ce qui ſe rapporte aſſez avec le compte qu'en a fait M. de Valiere; (1) & ce qui me fait conjecturer qu'il a entendu que ſes mines fuſſent ainſi diſpoſées. De cette maniere, il ſe trouveroit pour un front de polygone ordinaire, cent & ſoixante fourneaux du premier étage, quatre-vingts du ſecond, & quarante du troiſieme, en tout deux cents & quatre-vingts four-

(1) M. de Valiere ſuppoſe un front de polygone de deux cents toiſes, meſure priſe ſans doute d'un baſtion à l'autre, tandis que le mien n'eſt que de cent & quatre-vingts toiſes; mais auſſi, ſuivant ſes deſſeins, la largeur de ſon chemin-couvert n'eſt que de ſix toiſes, & celle du mien eſt de huit toiſes; ce qui fait que l'un compenſe à peu-près l'autre, par rapport au développement général.

neaux, ſous une bande de glacis de deux cents & ſoixante-ſix toiſes de longueur ſur cinq de largeur; ce qui eſt immenſe. (1)

Avant d'arranger à fantaiſie des mines de toute eſpece ſous un glacis, il falloit au moins avoir examiné leurs effets en tout ſens, & ce qui pouvoit en réſulter. Dans le projet de M. de Valiere, les fourneaux de l'étage le plus élevé, ſeront ſans doute chargé les premiers, comme devant jouer les premiers; mais les fera-t-on jouer avant d'avoir chargé & bourré les ſeconds? Selon la diſpoſition des rameaux dont il eſt ici queſtion, ſi celui du ſecond étage étoit auſſi profond que le foſſé, cela ſeroit encore poſſible; car, à cette profondeur, les premiers fourneaux ne pourroient guere les atteindre, comme ils les atteindroient infailliblement, s'ils étoient de niveau avec leurs chambres de mines. A en juger par les Figures, n'eſt-il pas vrai que le fourneau du premier étage A, Fig. 2e. ou a, à ſon profil, étant ſous une ligne de dix pieds de moindre réſiſtance, le rameau d, qui n'en ſeroit éloigné que d'environ ſix pieds, ſeroit néceſſairement crevé par le fourneau A, à moins qu'on n'eût eu ſoin de le bien bourrer avant de faire jouer aucune des mines hautes des côtés: même la rupture s'étendroit aſſez loin, comme on en peut juger par la ligne ponctuée du foyer A, Fig. 2e, juſqu'en D, & même juſqu'en H au rameau à côté. Les rameaux du troiſieme étage ne pouvant guere être plus profonds que le foſſé, on doit juger, à l'aide des Figures, qu'ils ſeroient néceſſairement crevés par la compreſſion des mines du ſeconde étage, à moins d'avoir eu la précaution de charger les plus grands four-

PLANCHE II.

(1) Comme il n'eſt guere poſſible de marquer toutes ces choſes-là en détail ſur un ſimple plan, on s'en tiendra aux idées qu'on s'en fera, étant fort libre à chacun de deſſiner lui même ſes penſées.

neaux, & de les bourrer d'avance, pour pouvoir s'en ſervir dans le beſoin; mais combien tout cela ne demanderoit-il pas de ſujétion, de peine & de matériaux.

Je demande à préſent quelle regle on doit ſuivre pour charger ces ſortes de mines. Chargera-t-on, toutes à la fois celles du front de polygone attaqué? ne chargera-t-on d'abord que les fourneaux du premier & du ſecond étage, ou ſeulement une partie des uns & des autres aux endroits les plus expoſés? En tout cas, il faudroit qu'il y eût dans la Place des gens aſſez expérimentés dans le métier pour ne rien faire mal-à-propos, pour ménager, comme il convient, les munitions & les matériaux, afin de parvenir au but par les voies les plus ſûres, les moins dangereuſes & les moins coûteuſes.

Avantages ſpécieux du ſyſtême de M. de Valiere.

Enfin, l'Ennemi ignorera ou négligera toute cette belle diſpoſition de galeries, de rameaux & de fourneaux qu'il aura ſous lui, il fera tranquillement ſes logements & établira ſa batterie de brêche ſur la crête du glacis. L'aſſiégé qui aura ſous cette batterie ſept ou huit fourneaux du premier étage, prêts à jouer tous à la fois ou à différentes repriſes, ne manquera pas de culbuter l'ouvrage de ſon ennemi à meſure qu'il avancera. S'il y revient une ſeconde fois, comme il eſt probable qu'il le fera, croyant être bien ſûr d'un terrein déja remué par les mines, l'aſſiégé lui lâchera trois ou quatre fourneaux du ſecond étage, qui bouleverſeront ſucceſſivement tout ce qui aura été recommencé. Enfin, les fourneaux du troiſieme étage, feront pour la troiſieme fois que l'ennemi voudra s'opiniâtrer à y revenir, ſans doute avec beaucoup plus d'effet que les premiers, puiſqu'ils ſeront plus profonds. De cette maniere, ſi l'on ſait faire un bon uſage des mines de M. de Valiere, il ne ſera pas difficile à l'aſſiégé de faire

ſauter ſon ennemi juſqu'à ſix & ſept fois, & même juſqu'à vingt fois. (1)

PLANCHE I. Suivant les cercles de la Figure 5e., les entonnoirs des mines du ſecond étage doivent effacer ceux du premier, & ceux du troiſieme effaceront tous les autres : ce qui ſeroit vrai, ſi les lignes de moindre réſiſtance reſtoient toujours M x, L y, comme il eſt marqué aux profils de M. de Valiere. Mais d'aurant que la détermination de ſes cercles & de ſes lignes de moindre réſiſtance n'eſt pas des plus juſtes, ſur-tout après l'effet des premiers & ſeconds fourneaux, je m'en tiendrai à la Figure Ie. de la Planche II pour les lignes de moindre réſiſtance & l'effet des fourneaux, & à la Figure 3e. pour les cercles. Dans la Figure 3e. A, marque le foyer d'un fourneau du premier étage. Lorſque ce fourneau aura fait ſon excavation ſelon la loi ordinaire des mines, celui du ſecond étage B fera auſſi ſon entonnoir ſelon la même loi, c'eſt-à-dire à proportion de ſa ligne de moindre réſiſtance : or cette ligne de moindre réſiſtance, l'excavation du premier fourneau faite, ne ſera guere, à en juger d'après le profil, que de huit pieds, par conſéquent le ſecond fourneau B ne fera ſon effet qu'à raiſon de huit pieds de moindre réſiſtance ; ce qui donnera le demi-entonnoir B E ou à peu près ; je dis à peu-près, puiſque les différents ſens dans leſquels les fourneaux ſe trouvent placés, ne feront peut-être pas une ligne tout-à-fait droite, comme elle eſt marquée au profil, & en ce cas, on ne riſque rien d'eſtimer les lignes de moindre réſiſtance un peu plus grandes

(1) J'avance ici des choſes à peine vraiſemblables ; mais ſans de telles ſuppoſitions qui forment le tableau de M. de Valiere, ſon projet tomberoit de lui-même.

grandes qu'elles ne ſont ; & les demi-entonnoirs à proportion de leurs lignes de moindre réſiſtance. (1) Par les mêmes raiſons, le troiſieme fourneau fera auſſi un demi-entonnoir paralelle à celui de B ; ce qui eſt vraiſemblablement tout ce qu'on peut promettre, même en chargeant les mines de quelque choſe de plus que leurs lignes de moindre réſiſtance ne le demandent.

On peut juger par cette expoſition la plus conforme à la théorie & à la pratique des mines, qu'en ce cas-ci, les entonnoirs des trois étages ſeront à-peu-près les uns aux autres comme ils ſont marqués dans la Figure 3e. & au profil de cette Figure.

Seconde maniere d'exécuter le projet de M. de Valiere.

Pour diminuer cette quantité immenſe de rameaux, les difficultés & les dépenſes auxquelles ils entraîneroient, voyons s'il n'y auroit pas moyen d'aller par un ſeul bout de galerie à pluſieurs mines mêlées de tous les trois étages. J'en ai bien imaginé un pour aller juſqu'à cinq fourneaux ; mais pour s'en ſervir, il faudroit changer quelque choſe à l'ordre de ceux du premier étage : & voici comment je voudrois que cela ſe fît. On perceroit du fond du foſſé autant de bouts de galerie qu'il y auroit de fourneaux du plus bas étage ; & par chaque galerie, on iroit droit à chacun de ces fourneaux. PLANCHE II.

Soit dans la Fig. 4e. C, le fourneau du troiſieme étage : B, B, deux fourneaux du ſecond étage, & A, A, deux fourneaux

(1) En marquant le demi-entonnoir depuis B juſqu'en E, ce qui eſt tout ce que l'on peut admettre, la diſtance de A en E étant d'environ deux tiers plus grande que la ligne A B que nous prenons ici pour ligne de moindre réſiſtance du demi-entonnoir, cela ne fera preſque rien à la moindre réſiſtance du fourneau C., & je préſume que ſi l'on éprouvoit de faire ſauter trois fourneaux dans un plan & profil à peu-près pareils à ceux-ci, l'excavation ſeroit à proportion telle qu'elle eſt marquée dans la Figure 1, & non comme elle eſt aux profils de M. de Valiere, à moins d'une charge exceſſive de poudre. PLANCHE II.

du premier étage. X C, le rameau principal d'où partent les branches dont nous allons parler tout de ſuite. De ce rameau principal, on veut arriver aux points B; pour cet effet, on le perce en E, & l'on mene, en remontant des deux côtés, ſur un angle de quarante cinq degrés, deux branches qui vont aboutir aux points B, comme il ſe voit aux plan & profils de la Figure 4e. Un angle de quarante-cinq degrés donne une pente ſur laquelle on peut monter même ſans eſcalier. Ceci eſt pour venir à deux fourneaux du ſeconde étage. Pour arriver à ceux du premiere étage, il faudroit, ſuivant le Plan, déboucher au point D, & monter de deux côtés, comme au ſecond étage, avec l'angle de quarante-cinq degrés, & en marchant, comme il ſe voit, obliquement vers les deux A, à droite & à gauche du rameau. Il n'eſt queſtion, pour cela, que de ſavoir quelle longueur doit avoir la branche D A, pour être dans le ſens qui lui convient, par rapport à la hauteur de A, & à la profondeur de D; ce qui eſt l'affaire d'un calcul fort ſimple. Un peu d'examen de la figure & de ſes deux profils qui marquent les différentes hauteurs des points d'où l'on part, & où l'on arrive, abrégera bien des explications, qui, au-lieu d'éclaircir la matiere, ne feroient peut-être que l'embrouiller davantage.

Les avantages de cette maniere de commuiquer d'un ſeul bout de galerie à cinq fourneaux tels que nous venons de les ſpécifier, ſeroient, qu'au-lieu de 160 galeries pour un front de polygone, (1) ſelon M. de Valiere, il n'y en auroit tout au plus que 40; qu'au-lieu de 2000 toiſes de développement, en comp-

(1) Quel ſpectacle, dans les circonſtances d'un ſiege, de voir des hommes entrer & ſortir comme des abeilles de cent & ſoixante trous différents!

tant 25 toiſes pour chaque bout de galerie & ſes quatre branches, il n'y auroit guere que 1000 toiſes, moitié de ce qu'a compté M. de Valiere. Il eſt vrai que de cette maniere, il ſe trouveroit de 40 pieds en 40 pieds un fourneau du premier étage, qui ne devroit être regardé & traité que comme ſimple fougaſſe, laquelle n'étant pas ſi profondément en terre que les autres mines du premier étage, ne leur feroit aucun tort, comme on en peut juger par le profil de la Figure 4e. Il y auroit auſſi, ſuivant ce plan, 40 fourneaux du premier étage à ôter de la totalité de ceux que M. de Valiere a ſuppoſés pour ſon front de polygone. (1)

Enfin, on peut juger, en ſuivant toujours le même plan & ſon profil, de la facilité de ſe ſervir, comme l'on voudroit, de toutes les mines du premier étage indépendamment des autres; & quoiqu'il n'en ſoit pas tout-à-fait de même de celles du ſecond étage à l'égard du troiſieme, cela n'empêche cependant pas

(1) On peut voir dans la Figure 4e. que la diſtance des deux fourneaux du premier étage qui tiennent à une galerie, eſt de trente pieds; en voici la raiſon. Si d'une profondeur de dix-huit à vingt pieds, on vouloit monter de chaque côté à deux points éloignés l'un de l'autre ſeulement de dix pieds, il faudroit grimper ſur l'hypothénuſe d'un triangle rectangle dont un côté de cinq pieds & l'autre de dix-huit ou vingt pieds; ce qui ſeroit impoſſible: & c'eſt auſſi ce qui m'a déterminé à ne communiquer qu'à deux fourneaux du premier étage diſtants l'un de l'autre de trente pieds, afin de gagner, autant qu'il eſt poſſible, à peu-près l'angle de quarante-cinq degrés; & au milieu de cette diſtance de trente pieds, j'ai mis une fougaſſe au-lieu de deux fourneaux; ce qui fait les quarante fourneaux retranchés de la totalité de ceux de M. de Valiere. Il y auroit, de cette maniere, quarante pieds d'intervalle d'une fougaſſe à l'autre. Tout le monde ſait qu'une fougaſſe n'eſt autre choſe qu'un puits de quelques pieds de profondeur, dans lequel on met un peu de poudre que l'on recouvre de terre, & qu'on met le feu à cette poudre par le moyen d'une fauciſſe qui va répondre à quelque poſte voiſin.

d'en faire uſage ſéparément, en prenant les précautions néceſſaires pour cela. Tout dépend, en ce cas-ci, de la maniere d'arranger les ſauciſſes avec leſquelles on met le feu aux fourneaux. Par exemple, le fourneau C, Figure 4e., étant chargé, on fait au milieu du rameau, à un pied de profondeur, un petit canal C E. On met dans ce canal l'auget & la ſauciſſe avec toutes les précautions requiſes, & l'on bourre bien ſerré la partie depuis C juſqu'en E. Après cela on charge les deux fourneaux B, & on y ajuſte les augets de maniere qu'ils ſoient en E, élevés d'un pied & demi au-deſſus du fond du rameau; ce qui ſe fait avec des gazons, des pierres, des ſacs à terre, ou d'autres matériaux dont on ſe ſert ordinairement pour bourrer les mines. Les trois mines B, C, B, étant chargées de la quantité de poudre qu'il leur faut, les parties B F, C E, B E, bien bourrées juſqu'en E; pour conduire enſuite leurs trois augets à la diſtance que l'on veut, vers D, il n'eſt queſtion que de tenir celui du milieu toujours enfoncé d'un pied, & ceux des côtés élevés d'un pied & demi ou de deux pieds. De cette maniere, par elle-même, avec un peu de précaution, fort ſimple, les ſauciſſes ſe trouveront diſtantes l'une de l'autre d'environ trois pieds; ce qui eſt plus que ſuffiſant pour mettre le feu ſéparément à chaque fourneau du ſecond & du troiſieme étage. (1) L'effet des mi-

(1) Je me ſuis trouvé dans le cas de faire paſſer dans un rameau de deux pieds & demi de largeur, deux augets, dont un de chaque côté. Il y avoit deux pieds d'intervalle de l'un à l'autre, ſur une longueur de plus de trente pieds. La ſauciſſe dans chaque auget étoit fort groſſe; elle avoit bien quinze lignes de diametre. Cependant je fis mettre le feu premiérement à une mine, & enſuite à l'autre, ſans la moindre difficulté. A plus forte raiſon, cela n'en ſouffriroit-il point, s'il y avoit trois pieds de diſtance d'un auget à l'autre, & ſi les ſauciſſes n'avoient que huit ou neuf lignes de diametre; ce qui, à tous égards, ſuffit: car, à quoi bon conſumer de la poudre inutilement?

Digitized by Google

nes ſera toujours comme il eſt repréſenté dans les figures & profils de la Planche II. Vous avez, Lecteur, le tableau devant les yeux ; prenez la regle & le compas, meſurez, tracez, calculez, & décidez ſelon vos connoiſſances.

Troiſieme maniere d'exécuter le projet de M. de Valiere.

Aux deux manieres précédentes d'exécuter le projet de M. de Valiere, j'ajouterai que, pour n'avoir pas tant de portes dans le foſſé, on pourroit ſe borner à quelques entrées qui meneroient à une galerie magiſtrale ſous la banquette du chemin couvert. De cette magiſtrale on pouſſeroit autant de rameaux qu'il y auroit de fourneaux du plus bas étage, & tout le reſte ſe feroit enſuite comme dans la ſeconde maniere que je viens d'expliquer : même on pourroit faire la galerie magiſtrale auſſi avant dans les terres que l'on voudroit, & par conſéquent aller, comme dit M. de Valiere, juſqu'à ſoixante & ſoixante & dix toiſes de la crête du glacis. Cinq entrées ſuffiroient pour un front de polygone, une à chaque rentrant des Places d'armes, & une à chaque arrondiſſement de foſſé. De cette maniere la choſe paroîtra plus naturelle & plus ſimple, quoique le développement en général n'y gagne pas beaucoup, la galerie magiſtrale reſtant ſous la banquette du chemin-couvert ; autre choſe eſt, ſi l'on avance, avec cette galerie, ſous les terres du glacis ou de la campagne.

Si M. de Valiere a prétendu exécuter ſon projet de quelqu'autre maniere que celles dont je viens de parler, il auroit bien dû, ce me ſemble, en donnant ſes idées au Public, lui faire part de ſa façon de travailler dans le terrein : mais telle eſt la manie des grands hommes ; ils veulent ſouvent qu'on les devine.

Que les galeries & les rameaux ſoient maçonnés, ou qu'ils ne ſoient que coffrés en bois, quoiqu'il y ait une grande différence

dans la conſtruction, c'eſt cependant à peu-près la même choſe, non-ſeulement pour l'effet des mines dont il eſt ici queſtion, mais pour l'effet des mines quelconques.

Conſtruction des ſouterreins pour les mines.

Ceci nous mene naturellement à la conſtruction des galeries, des rameaux & des chambres de mines. Que ce ſoit pour des contre-mines, que ce ſoit pour des mines du dehors au-dedans, c'eſt preſque la même façon de procéder à leur conſtruction, tant qu'il n'eſt queſtion, aux unes & aux autres, que d'étançonnement & de coffrement en bois.

Faut-il faire des mines ſous un glacis où il n'y en a point encore? ou bien ne s'agit-il que d'y en ajouter de nouvelles? Dans le premier cas, on perce où l'on veut le mur d'une contreſcarpe, pour aller avec des galeries & des rameaux dans les terres, ſelon le deſſein qu'on s'eſt propoſé de ſuivre. Dans le ſecond cas, on ſe ſert des ſouterreins déja faits pour en pouſſer de nouveaux vers les parties où on les juge néceſſaires.

Les terres dans leſquelles on travaille, peuvent être de différentes ſortes: les unes tenaces & fortes, par conſéquent capables de ſe ſoutenir d'elles-mêmes, ſans avoir beſoin d'étançonnement, comme la terre graſſe; celle d'argille, de tuf, même celle qui ſe trouveroit mêlée de ces trois ſortes. La terre commune, le ſable fort demandent déja d'être étayés de quelques chaſſis de diſtance en diſtance, pour faire au-deſſus un plancher que l'on nomme le ciel de la galerie. Enfin, il y a les terres folles, le ſable humide, le ſable ſec, qui n'ayant par eux-mêmes preſque point de conſiſtance, demandent non-ſeulement un ciel de planches bien jointes, mais auſſi, de chaque côté, un plancher fait de maniere que le ſable ne puiſſe paſſer au travers; ce qui tout enſemble fait le coffrement de la galerie. Quelques-uns diſent l'encaiſſement. L'un & l'autre ſe font très-bien entendre.

Digitized by Google

Les galeries *principales*, que nous appellons auſſi *magiſtrales*, lorſqu'elles ſont en forme d'enveloppe ſouterreine, doivent être d'environ cinq pieds ſix pouces de hauteur, ſur trois pieds ſix pouces de largeur dans œuvre, afin qu'il puiſſe y paſſer deux brouettes de front. Les rameaux ſont proprement des bouts de galerie percés de la magiſtrale ou du fond de quelque foſſé. On fait à leurs extrêmités, des retours qui ſont comme leurs branches à droite & à gauche. Mais les rameaux & leurs branches doivent avoir des dimenſions différentes, plus petites naturellement que celles de la galerie : c'eſt pourquoi nous fixerons les premiers à quatre pieds ou quatre pieds ſix pouces de hauteur ſur trois pieds de largeur dans œuvre; les ſeconds ſeulement à trois pieds de haut ſur deux ou deux pieds trois pouces de large. Je fixe ici le retour à deux pieds trois pouces de largeur; mais ſi l'on prévoyoit avoir beſoin de pouſſer dans l'occaſion les travaux ſouterreins encore plus loin, avec ſix pouces de plus, on agiroit beaucoup plus aiſément en-dedans; ſinon il ſuffiroit de deux pieds, pour rendre le bourrage plus facile & moins coûteux.

Différentes dénominations & dimenſions des ſouterreins pour les mines.

Nous venons inſenſiblement à des ouvrages de maçonnerie dont je ne crois pas hors de propos de dire un mot en paſſant. Il eſt très-rare que les contre-mines d'une Place ne ſoient pas maçonnées. Quelque fois elles ſont taillées dans le roc; ce qui vaut encore mieux.

Quelquefois on ouvre la terre juſqu'à la profondeur à laquelle on veut mettre la galerie. Dès-lors la maçonnerie devient plus aiſée & en eſt beaucoup meilleure : car pour peu que le fond du terrein ait de conſiſtance, il ſuffit de donner aux pieds droits de la voûte, un fondement de deux pieds de largeur ſur huit ou dix pouces de profondeur. Sur ce fondement, on éleve

Galerie en maçonnerie faite à ciel ouvert.

les côtés d'un pied & demi d'épaiſſeur, à la hauteur d'environ trois pieds dix pouces, & ſur ces côtés l'on poſe une voûte à plein ceintre de toute la largeur de la galerie, & de douze ou quinze pouces d'épaiſſeur. On obſerve de n'employer à cette ſorte d'ouvrage que de bons matériaux, & l'on prend bien garde que tout s'y faſſe avec la plus grande exactitude. Voyez, Fig. 5e. le profil d'une telle galerie, qui eſt comme toute magiſtrale doit être.

Je préſume cependant que l'on aura bien examiné, ſi les fraix de l'excavation, & le retour des terres pour remplir enſuite le foſſé, ne coûtent pas plus que de percer la galerie ſous terre; ſi l'ouvrage eſt plus expéditif d'une maniere que de l'autre; lequel eſt le meilleur; enfin ſi, tout bien compenſé, il y a plus à gagner à ouvrir qu'à fouiller la terre. (1)

Fera-t-on pour les rameaux, leurs branches, &c. une excavation comme pour la galerie dont il vient d'être queſtion? Ce parti

(1) Si, dans un terrein ordinaire, l'excavation ne paſſe pas vingt pieds de profondeur, il n'eſt pas douteux qu'il n'y ait de l'avantage à ouvrir les terres pour peu que les ouvrages de la Place le permettent, ou qu'il ne ſe rencontre pas d'ailleurs trop de difficulté. La maçonnerie faite, comme je viens de le dire, à ciel ouvert, en eſt, ſans doute, beaucoup meilleure, & tout ce qui tient à la galerie devient par-là d'une exécution beaucoup plus facile.

Ayant calculé les fraix d'une telle excavation, à l'occaſion d'un ouvrage dont je fus chargé, & les ayant comparés avec ceux du fouillage des terres d'une longueur immenſe, la quantité de bois qu'il eût fallu pour le coffrement, la difficulté & la lenteur de la maçonnerie enſuite, la diſtance à laquelle il eût fallu tranſporter les terres des rameaux de leurs retours, &c.; la différence d'ouvriers employés à l'un & à l'autre ouvrage; enfin, tout bien & duement peſé, je pris le parti d'excaver les terres, d'autant mieux que quelques vieux foſſés qui ſe rencontrerent en mon chemin acheverent de m'y déterminer, étant auſſi favorables qu'ils pouvoient l'être à mon ouvrage.

Digitized by Google

parti demanderoit un bouleverſement de terres trop général & trop grand. D'ailleurs, le rameau maçonné ne devant avoir que quatre pieds de hauteur ſur trois pieds de largeur dans œuvre, il ſuffit d'un boyau percé dans la terre, de cinq pieds de hauteur ſur environ cinq pieds ſix pouces de largeur. (1) Ce boyau ſe maçonne enſuite, ainſi que tous les autres ouvrages qui en dépendent, chacun ſelon la forme & les dimenſions qu'il doit avoir. Si l'on fait attention à la différence conſidérable qu'il y auroit entre un fouillage de trente ou quarante pieds, comme il ſe voit aux profils Fig. 6e. & 7e., & une excavation de trois cents pieds de terre à ôter & à remettre, on jugera ſans doute, que, dans un cas pareil, il n'y a pas à héſiter de percer du fond de l'excavation déja faite, les rameaux, les branches de rameaux & tous les ſouterreins quelconques, qui, ſelon le projet, doivent répondre à la galerie magiſtrale ; même les communications pour y arriver des ouvrages de la Place, quoiqu'elles euſſent les dimenſions de la galerie ou même plus grandes. PLANCHE II.

D'ordinaire on vient aux contre-mines qui ſont pour la défenſe des dehors, (car c'eſt preſque toujours-là leur objet,) ou par quelques ouvrages de la Place, ou ſimplement par leur foſſé à la contreſcarpe duquel on fait les ouvertures qu'il faut pour cela. De-là on entre dans les terres, ce qui eſt le commencement de preſque tous les ouvrages de cette nature. Si le ſol eſt Entrées des mines.

(1) Je ſpécifie ici cinq pieds de hauteur ſur cinq pieds ſix pouces de largeur, dans la ſuppoſition que le terrein n'a beſoin, ni d'étançonnement, ni de coffrement en bois : car s'il en avoit beſoin, il faudroit compter ſur un pied de plus en largeur, & un demi-pied en hauteur. Dans le premier cas, on ne perce pas dans la terre quarrément, comme on ſeroit obligé de le faire s'il falloit y rapporter des chaſſis ; mais on ſuit à-peu-près la forme du rameau tel qu'il doit être en maçonnerie. Voyez la Fig. 6.

d'une très-bonne conſiſtance, on ſe contente d'y percer le ſouterrein, ſelon les dimenſions qu'il doit avoir pour recevoir enſuite la maçonnerie : ſinon, on l'étançonne avec des chaſſis de diſtance en diſtance. Dans un terrein ſablonneux ou autre de peu de conſiſtance, on le coffre entiérement en bois. Naturellement le premier chaſſis ſe met pour commencer à fouiller réguliérement dans les terres. Si le terrein permet d'aller juſqu'à quatre ou cinq pieds, ſans avoir beſoin d'étançonnement, il ſera aiſé de poſer le ſecond à la diſtance que l'on voudra du premier ; mettant enſuite le troiſieme, quatrieme & cinquieme, &c. également éloignés l'un de l'autre, & ſur la direction des deux premiers, il eſt preſque impoſſible de ne pas aller droit au point où l'on ſe propoſe d'arriver. S'il falloit un ciel pour ſoutenir la terre au-deſſus, on mettroit ſur les chaſſis, de l'un à l'autre, des bouts de planches coupés & taillés exprès pour cela, en obſervant d'affermir le tout de maniere que rien ne puiſſe ſe déranger, quand bien même il viendroit à s'y faire quelques éboulis.

Dans le ſable ou autre terrein d'une ſi mauvaiſe conſiſtance qu'il ne ſoit pas poſſible de faire l'excavation d'un chaſſis à l'autre ſans étançonnement, & même ſans encaiſſement, les Mineurs ſont obligés d'uſer de précautions dont le détail ne ſera peut-être pas inutile à ceux qui ont du goût pour cette ſorte d'ouvrage. Après avoir mis leur premier chaſſis, dont ils ont coutume d'enfoncer les montants par en-bas, juſqu'à huit ou dix pouces dans la terre, ils pouſſent, autant qu'il leur eſt poſſible, par-deſſus & aux côtés, les bouts de planches qui doivent coffrer d'un chaſſis à l'autre. Qu'on ſoit parvenu à les faire déborder le premier chaſſis d'un pied, ce ſera un pied ou un pied & demi à excaver, pour les avancer de quelques pouces de plus, &

tirer à meſure autant de terre que l'on peut. Alors on ſe ſert d'un chaſſis poſtiche qui entretient le plancher à la hauteur qu'il doit être poſé ſur le ſecond chaſſis. Cela fait, on paſſe entre cette premiere partie du plancher & le ſecond chaſſis, les planches qui doivent former le coffrement juſqu'au troiſieme; le reſte ſe fait comme il vient d'être dit du premier au ſecond. Ce ſera ſans doute la même choſe du troiſieme au quatrieme, du quatrieme au cinquieme, &c. juſqu'à ce que l'on ſoit parvenu au point où l'on s'eſt propoſé d'arriver. (1) On obſerve, dans des ouvrages pareils, que les planches d'en-haut ſoient plus fortes que celles des côtés, & que toutes débordent les chaſſis de quelques pouces. Les pieces qui compoſent les chaſſis, doivent être, pour les galeries & les grands rameaux, au moins de cinq pouces d'équarriſſage; pour les branches les plus baſſes & les plus étroites, de quatre pouces; pour les rameaux moyens, de quatre pouces & demi. Elles ſont d'ordinaire de bois de ſapin, le plus commun & le moins coûteux. Ce n'eſt pas que ſi le ſouterrein devoit reſter coffré en bois, il ne convînt très-bien, pour avoir un ouvrage plus durable, que le plancher & les chaſſis du coffrement fuſſent de bon bois de chêne.

Pour une galerie haute de cinq pieds ſix pouces, & large de trois pieds & demi en maçonnerie, il faut que les chaſſis qui reglent ſon coffrement en bois, ſoient, dans œuvre, de ſix pieds & demi de largeur ſur ſix pieds huit ou neuf pouces de hauteur,

(1) Quelquefois il ſe trouve dans la terre de groſſes pierres, des morceaux de rochers ou de quelques vieilles murailles qui empêchent de paſſer. Souvent c'eſt une voie d'eau, dont il eſt fort difficile de ſe garantir. Si l'on peut vaincre ces fortes d'obſtacles, tant mieux: ſinon on fait, quoi qu'il en coûte, tout ce qu'il eſt poſſible pour les éviter.

non compris les huit ou dix pouces dont les montants ſont enfoncés dans la terre, non plus que les trois ou quatre pouces
PLANCHE II. dont ils doivent être entaillés par en-haut pour s'ajuſter avec les traverſes. La Figure 7e. fait voir comment un chaſſis doit être monté dans œuvre. On juge aiſément qu'ayant tous les mêmes dimenſions, ils formeront un ſouterrein égal par-tout. Je les mets, dans une mauvaiſe terre, à trois pieds de diſtance l'un de l'autre, de milieu en milieu; pour peu qu'ils ſoient forts, & que les planches ſoient bonnes, cela ſuffit, le rameau dût-il reſter longtemps ſans être maçonné. Je ſuis perſuadé que dans un terrein d'une conſiſtance ordinaire, on pourroit les mettre à trois pieds & demi, &, pour peu que la terre ſoit bonne, à quatre pieds (1).

Pour les rameaux plus bas & plus étroits que la galerie, pour les branches plus baſſes & plus étroites encore que les rameaux, on fait des chaſſis qui conviennent avec leurs dimenſions. Alors on n'eſt pas obligé de les mettre ſi proches les uns des autres.

Maçonnerie ſous terre. On ne commence à maçonner que lorſque les parties les plus avancées dans les terres, ſont achevées en bois; alors de l'extrêmité de ces parties, vraiſemblablement les branches des rameaux, on vient, avec la maçonnerie, toujours en rétrogadant juſqu'au foſſé. Le coffrement des branches les plus petites en hauteur & en largeur, ne faiſant qu'un quarré de quatre pieds, il ſuffit de donner à la voûte dix pouces d'épaiſſeur, & aux pieds droits des côtés, douze pouces; le tout ſur un fondement à

(1) J'ai fait en un endroit un bout de galerie de trente pieds de longueur, avec un retour de ſept ou huit pieds, ſans ciel ni encaiſſement. Quoique dans une terre ordinaire, & que le ſouterrein ſe trouvât préciſément ſous un grand chemin où il paſſoit journellement quantité de groſſes voitures, je me ſuis contenté d'y mettre des ſimples chaſſis à quatre pieds de diſtance l'un de l'autre.

Digitized by Google

proportion du poids des terres au-deſſus. La muraille des côtés laiſſera un vuide de quatre pouces juſqu'au plancher, à cauſe des chaſſis qui avancent d'autant en-dedans ; mais ce vuide, ainſi que celui que la voûte laiſſe naturellement d'un chaſſis à l'autre, doit être tout de ſuite rempli de matériaux au moins auſſi ſolides que la terre d'alentour avec laquelle ils doivent faire liaiſon. Quelquefois on maçonne quarrément ſous les chaſſis mêmes ; ce qui, pour la dépenſe, eſt une bagatelle, &, pour l'ouvrage, un avantage réel. Voyez à ce ſujet les Figures 8e. & 9e. Dans l'une, la maçonnerie quadre avec les chaſſis ; dans l'autre, les vuides ne ſont remplis que de terre. La maçonnerie des rameaux moyens doit être aux côtés, de quinze pouces d'épaiſſeur ; la voûte par-deſſus, de douze pouces, & le fondement, dans une terre ordinaire, d'un demi-pied de profondeur ; les vuides remplis en tout ſens, avec encore plus d'exactitude que ceux des branches dont il vient d'être queſtion.

A l'égard des grands rameaux & des communications de mêmes dimenſions que les galeries, on n'a qu'à voir ce que j'ai dit précédemment de ces dernieres.

Cas de monter ou deſcendre dans les mines.

Souvent on eſt obligé de monter ou de deſcendre. Par exemple, la Figure 10e. marque de A à B une diſtance de dix-huit pieds ſur laquelle on a dû deſcendre de trois pieds. Pour cet effet, je ſuppoſe que l'on a cherché les angles de l'hypoténuſe d'un triangle rectangle avec ſes deux autres côtés, l'un de trois pieds, l'autre de dix-huit pieds. L'angle avec le côté de trois pieds étant de quatre-vingts degrés trente-deux minutes, on le marque ſur un demi cercle adapté à une regle de ſept ou huit pieds de longueur, afin que par le moyen d'un fil à plomb qu'on fait battre préciſément entre quatre-vingts & quatre-vingts & un degrés, (deux minutes de plus ou de moins ne faiſant rien à la

PLANCHE II.

choſe,) cette regle dirige la pente que l'on doit ſuivre d'un chaſſis à l'autre; ce qui eſt une méthode ſimple & très-ſûre pour tout ce qui ſe fait en ce genre, ſoit en montant, ſoit en deſcendant. Car n'eſt-il pas vrai que, pour remonter de B en A, même Fig. 10e., c'eſt toujours l'angle de quatre-vingts degrés trente-deux minutes, pris dans un ſens oppoſé à la ſuppoſition précédente, qui dirige B A, pour que A ſe trouve de trois pieds plus élevé que B.

J'ai vu des Mineurs n'y pas faire tant de façons. Il ſuffiſoit de leur dire: vous partirez de ce point-ci, & vous irez juſqu'à ſoixante pieds ſous terre, en deſcendant de cinq pieds ſur le tout: ſoixante pieds demandent vingt chaſſis à trois pieds de diſtance l'un de l'autre, ou quinze à quatre pieds; cinq pieds font ſoixante pouces: par conſéquent, dans le premier cas, ils mettoient un chaſſis plus bas de trois pouces que l'autre, & dans le ſecond cas, de quatre pouces.

De la maniere dont vient d'être expliqué ce qui regarde le travail des Mineurs dans une Place, qu'il faille monter ou deſcendre, de peu ou de beaucoup, ſur une diſtance courte ou longue, ce ſont toujours les mêmes choſes à obſerver, avec cette attention cependant, que, s'il falloit opérer pied pour pied ſur le côté d'un angle avec l'horiſon de quarante-cinq degrés, comme dans la ſeconde maniere d'exécuter le projet de M. de Valiere, on ſeroit obligé d'enfoncer les montants des chaſſis, au moins de douze ou quinze pouces dans la terre, & de tailler les traverſes qui poſeroient à plomb ſur les montants, de maniere qu'il n'y eût aucune difficulté à bien aſſurer le plancher au-deſſus.

Maniere de coffrer un ſouterrein ſans chaſſis.

Quelquefois, au-lieu de chaſſis, on ſe ſert de bouts de planches taillés à leurs extrêmités pour former le quarré que l'on

veut avoir. En ce cas, le plancher ſervira lui-même d'étançonnement, ſi les planches ſont aſſez fortes pour ſoutenir d'elles-mêmes les terres dont elles ſont environnées. Un ſouterrein coffré de cette maniere, ſe maçonne bien plus aiſément que lorſqu'il eſt étançonné avec des chaſſis; puiſque la maçonnerie touche le plancher des deux côtés juſqu'à la hauteur où commence la voûte, & qu'alors il ne reſte à remplir que le vuide que celle-ci laiſſe extérieurement. Pour peu que le terrein ait de conſiſtance, je ne vois aucune difficulté à percer de cette maniere toutes ſortes de ſouterreins, non-ſeulement pour des contre-mines, mais auſſi pour des mines de ſiege, le fouillage des terres, les étançonnements & coffrements en bois étant pour les unes à peu-près comme pour les autres. Je dis à peu-près, puiſqu'il y a déja une différence entre les dimenſions d'une galerie & celles d'un ſimple rameau, & que d'ailleurs les mines de ſiege ſe traitent d'ordinaire plus légérement que les contre-mines; ce qui eſt fort naturel, puiſqu'elles durent moins long-temps.

Maniere d'aller aux mines devant une Place par des puits.

On ne vient pas non plus aux mines devant une Place, comme j'ai dit plus haut que l'on venoit aux contre-mines. J'ai ſouvent vu, pour les premieres, faire dans la Tranchée des puits de la profondeur des rameaux que l'on vouloit pouſſer vers la Place. Pour cet effet, ſuppoſant cette profondeur de dix pieds, ſur trois pieds & demi quarrés par en-haut, comme il ſe voit en la Figure 11e., on creuſoit perpendiculairement la terre d'environ quatre pieds en tout ſens, garniſſant, à meſure, les côtés de l'excavation avec des bouts de planches de ſix pieds de longueur, ſoutenues par deux chaſſis qui marquoient les dimenſions que le puits devoit avoir en quarré. Après cela, on creuſoit encore de deux pieds, pour avoir le plancher & le troiſieme chaſſis à la profondeur de ſix pieds; enfin, le reſte de l'exca-

PLANCHE II.

vation, depuis ſix juſqu'à dix pieds, ſe faiſoit ſans chaſſis, à moins qu'on ne jugeât à propos d'en mettre un au fond du puits, pour ſoutenir & entretenir quarrément, juſques-là, la ſeconde partie de ſon coffrement faite de bouts de planches d'environ cinq pieds de longueur. De cette maniere, avec quatre pieds francs d'étançonnement, depuis le troiſieme chaſſis juſqu'au fond du puits, on alloit en rameau où l'on vouloit, & à telle hauteur que l'on vouloit.

Si le terrein ſe trouvoit d'une telle conſiſtance qu'on pût ſe paſſer de coffrement & d'étançonnement, au-lieu de faire le puits quarré, on le feroit rond, ne fût-ce que pour mieux ſoutenir la terre des côtés. Je préſume qu'il faudroit auſſi conſulter pour cela la profondeur du puits.

J'ai vu ſouvent, au-lieu de puits, faire l'entrée de la mine ſous le parapet de la Tranchée, que l'on approfondiſſoit, dans certaines parties, autant qu'il falloit pour cela. De cette maniere, plus l'entrée avoit de profondeur ſous le parapet, mieux elle étoit couverte, & moins il falloit deſcendre pour arriver au point où l'on vouloit commencer le rameau. (1) Quelquefois cette deſcente formoit elle-même le rameau, à l'extrêmité duquel on faiſoit un retour pour l'emplacement de la chambre de mine.

Par des deſcentes ſous le parapet de la Tranchée.

Des puits, galeries & rameaux d'écoute.

On appelle puits d'écoute, rameaux d'écoute, ceux qui ſe font autour des cavaliers de Tranchée, des batteries de brêches,

(1) Les deſcentes dites à ciel couvert, pour aller par-deſſous le parapet de la Tranchée juſqu'au fond du foſſé de quelqu'ouvrage, ne demanderoient pas plus de façon que celles des galeries & des rameaux, ſi les dimenſions de leur coffrement étoient pour les unes comme pour les autres. Il eſt naturel qu'une deſcente de foſſé ſoit plus grande, en tout ſens, que quelque galerie ou rameau que ce puiſſe être.

ches, ou de quelques logements fort avancés ſur le glacis, pour que l'Ennemi ne puiſſe en approcher ſans être d'abord découvert. Comme il eſt à préſumer que celui-ci fait tout ce qu'il lui eſt poſſible pour venir ſous ces ſortes d'ouvrages, & les faire ſauter, une barricade pareille jointe à quelques fourneaux qu'il trouveroit en ſon chemin, dans des endroits où il s'y attendroit le moins, eſt bien capable de lui faire manquer ſon coup.

Les chambres ſont, comme nous l'avons vu au commencement, les endroits où ſe met la poudre. Il en eſt qui demandent d'être coffrées, étayées, maçonnées même comme les branches à côté deſquelles on les fait. Quelquefois on ſe contente de mettre la poudre bien encaiſſée, dans un trou de deux ou trois pieds de profondeur à l'extrêmité du ſouterrein; ce qui augmente la ligne de moindre réſiſtance, & facilite d'autant plus le bourrage de la mine.

Maniere de charger & de bourrer les mines.

La charge des mines n'eſt pas une choſe fort difficile. Connoiſſant leurs lignes de moindre réſiſtance, on ſaura, par le calcul le plus ſimple, (1) ou par les Tables déja calculées pour cela, (2) la quantité de poudre dont elles ont beſoin, pour

(1) Ce calcul ſe fait par une formule des plus ſimples. On multiplie, par elle-même, la ligne de moindre réſiſtance exprimée en pieds. Du produit on retranche la derniere Figure, pour multiplier le reſte, encore une fois, par la ligne de moindre réſiſtance, & avoir au quotient a peu près la charge du fourneau dans une terre de moyenne conſiſtance. Par exemple, ayant douze pieds de moindre réſiſtance, j'ecris

12
multiplié par 12
14 | 4
multiplié par 12
168 livres.

pour une mine qui auroit douze pieds de moindre réſiſtance.

(2) Voyez les Tables inſérées vers la fin de ce Traité.

être chargées convenablement. Cette poudre ſe met dans une caiſſe capable de la contenir exactement. Les dimenſions de la chambre ſe reglent d'après cette caiſſe, à laquelle on fait une ouverture pour y introduire le bois d'une fuſée qui doit porter le bout de la fauciſſe juſqu'au centre des poudres. (1) On obſerve de le faire déborder extérieurement de quelques pouces, pour que l'auget qui doit le recevoir & porter la fauciſſe en rétrogradant juſqu'à la fin du bourrage de la mine, s'ajuſte mieux avec le côté de la caiſſe auquel il eſt eſſentiel, non-ſeulement de le faire toucher, mais de l'aſſurer de maniere que rien ne puiſſe les ſéparer. La fauciſſe ne doit pas non plus être trop tendue dans les augets; c'eſt pourquoi on la cloue un peu lâche dans le fond, ſe ſervant pour cela d'un marteau de cuivre, puiſque cuivre contre fer ne fait jamais de feu. Cela fait & l'auget bien recouvert, on travaille à rapporter des terres, depuis la chambre où commence le bourrage, juſqu'au point où il doit finir. (2) J'ai déja dit avoir vu quelque part le bourra-

---

(1) Quelquefois on ſe contente de faire à la caiſſe, un trou quarré, par lequel on introduit, au-lieu de fuſée, un bout d'auget qui porte également la fauciſſe au centre des poudres, pour peu qu'elles ſoient en quantité.

(2) Je parle du bourrage d'une mine ſimplement avec des terres rapportées, gazons ou autres, ſans avoir dit auparavant de quelle maniere la chambre devoit être étançonnée. Sans doute que dans les contre-mines dont l'objet n'eſt pas de faire de grandes excavations, il ne conviendroit pas de laiſſer du vuide autour des poudres; mais dans les travaux d'un ſiege, où les mines ne ſauroient faire d'entonnoirs trop grands, il ne peut qu'être avantageux de laiſſer dans la chambre le vuide qui s'y trouve naturellement après y avoir mis la caiſſe de poudre. J'ai été témoin de quelques épreuves faites à l'égard de deux fourneaux, à égale profondeur dans une même terre, & chargés d'une égale quantité de poudre, l'un bourré & fermé pour ainſi dire hermétiquement, l'autre avec un pied de vuide tout autour de la caiſſe. Les deux mines ayant joué preſqu'au même inſtant, l'en-

ge de certains Fourneaux de contre-mines fait avec du bois de chauffage mêlé de terre.

Si la chambre devoit être droite à l'extrémité du rameau ou de quelqu'une de ſes branches, il faudroit, je le répete encore, pour un meilleur effet de la mine, que la caiſſe de poudre fût enfoncée, au moins de toute ſa hauteur, dans le terre-plein. De cette maniere, le bout de la fuſée, au-lieu de ſortir d'un de ſes côtés, ſortiroit par en-haut à-peu-près à la demi-hauteur de l'auget, qui lui ſerviroit de couverture. Tout le reſte concernant les augets & la fauciſſe ſe feroit comme je l'ai dit précédemment.

Pour étançonner régulièrement une telle mine, il conviendroit de mettre ſur les poudres, en guiſe de couvercle, des bouts de madriers ou de poutrelles d'environ trois pieds de longueur; on mettroit enſuite, de bas en-haut, ſur cette eſpece de plancher, des étançons que l'on y feroit entrer par force. Enfin, l'on rempliroit les vuides d'un étançon à l'autre, & ſucceſſivement la partie du rameau qui devroit être bourrée de matériaux les plus propres à cet objet.

Mais comme tout cet étançonnement exigeroit plus de temps, de travail & de ſujétion que n'en demande l'effet d'une mine ordinaire, il ſuffiroit, ſelon les expériences que nous en avons, de rapporter ſur le plancher dont on auroit couvert la caiſſe de poudre, ou, ſur cette caiſſe même, autant de gazon qu'il en faudroit pour y faire un ſolide, au moins de même conſiſtance que la terre dont il ſeroit environné. Si l'on avoit

---

tonnoir de la ſeconde, où il étoit reſté du vuide, ſe trouva plus grand, même aſſez conſidérablement, que celui de la premiere. C'eſt un fait dont je crois être en droit de conſtater la vérité, puiſque je l'ai vu.

aſſez de gazons pour faire le bourrage en entier, il ſeroit ſans doute meilleur, & demanderoit, à proportion, moins d'étendue que ſi on le faiſoit ſimplement de terres rapportées.

Si la chambre, au-lieu d'être droite à l'extrêmité du rameau ou de quelqu'un de ſes retours, ſe trouvoit à côté, après y avoir mis la poudre bien enfermée dans une caiſſe de bois de ſapin, après avoir rapporté de la terre bien ferrée ou des gazons bien joints tout à l'entour de ſa caiſſe, (1) arrangé les augets & la fauciſſe, comme il a été dit quelques articles plus haut, on la fermeroit avec des bouts de madriers ſoutenus d'autant d'étançons qu'il en ſeroit néceſſaire pour que la mine n'eût enſuite beſoin que d'être achevée de bourrer à la maniere ordinaire.

Dans le cas d'une chambre & d'une branche de rameau trop humides, je voudrois, pour empêcher l'humidité de parvenir juſqu'aux poudres, qu'après avoir bien poiſſé la caiſſe & les augets en-dedans & en-dehors, on les élevât au-deſſus du terre-plein, ne fût-ce que de quelques pouces. (2)

(1) Ceci ſuppoſe par conſéquent qu'une telle mine ne devroit faire qu'une excavation la plus petite poſſible, ainſi que je l'ai dit précédemment, à l'occaſion des épreuves faites à ce ſujet.

(2) Je me rappelle la maniere dont je m'y pris pour me garantir de l'eau dans une mine où il fut employé cinquante quintaux de poudre. J'avois fait faire, à l'extrêmité du rameau, la chambre pour les poudres plus profonde de deux pieds que ſon terre-plein. Alors il ſurvint une ſource qui remplit bientôt le trou d'eau. On eſſaya de le vuider, mais en vain; car l'eau y reſtoit toujours à la même hauteur. Ce qui me détermina à mettre bien vite la caiſſe de poudre dans l'eau même; mais pourtant de maniere que la poudre ne pût contracter d'humidité pendant vingt ou vingt-quatre heures que devoit durer la charge & le bourrage de la mine. Pour cela, je fis faire une caiſſe cubique de cinq pieds dans œuvre. Les cinq morceaux de madriers pour le fond de la caiſſe furent bientôt à l'endroit préparé pour les recevoir, ainſi que la premiere aſſiſe de planches qui devoient en former le quarré. J'avois fait faire à part quatre autres petites caiſſes, d'environ deux pieds quatre pouces de hauteur, & d'ailleurs aſſez grandes pour être contenues exactement dans la grande caiſſe. Je les fis poiſſer, en-

Pour ce qui eſt de mettre le feu aux mines, les uns ne font autre choſe que de répandre un peu de poudre à l'endroit où aboutit la fauciſſe, couvrant cette poudre d'un morceau de papier troué au milieu, pour y planter un brin d'amadou à-peu-près de l'épaiſſeur d'un crayon ordinaire, & d'une longueur proportionnée au temps que l'on veut que le feu dure avant d'arriver à la poudre : ce qui s'appelle allumer le *moine*, pour mettre le feu à la mine. (1)

Maniere de mettre le feu aux poudres.

Les autres introduiſent dans le bout de la fauciſſe une fuſée de bombe ou de grenade, chargée pour durer un temps preſ-

---

dehors & en-dedans, de maniere qu'il fut impoſſible à l'eau de pénétrer juſqu'aux poudres dont on les remplit enſuite : cependant, avant de les mettre dans la grande caiſſe, je fis ajuſter à celle-ci, trois planches de ſa ſeconde aſſiſe, l'une par-derriere, les deux autres aux côtés. Cela fait, on mit les petites caiſſes dans la grande, & tout de ſuite s'ajuſta à celle-ci, la quatrieme planche de ſa ſeconde aſſiſe, obſervant de boucher à meſure, avec de l'étoupe, les ouvertures qu'elles laiſſoient entre elles. Autour du quarré que formoient enſemble les quatre petites caiſſes, je fis clouer une toile forte qui devoit ſe relever par-deſſus les côtés de la grande caiſſe, lorſqu'ils ſeroient parvenus à leur hauteur. De cette maniere, les troiſieme, quatrieme & cinquieme aſſiſes bien ajuſtées l'une ſur l'autre, la toile relevée par-deſſus & tenue par trois ou quatre planches de ſon couvercle, clouées, en conſéquence ſur les côtés, j'y fis mettre tout de ſuite les poudres qui furent tranſportées dans le meilleur ordre & ſans le moindre accident, par cent & cinquante hommes, dont chacun étoit chargé d'un tiers de quintal dans un ſac à terre, & marchant tous à dix pas de diſtance l'un de l'autre, depuis le dépôt juſqu'à l'entrée de la mine, qui fut chargée & bourrée en vingt-quatre heures. Nous vîmes enſuite, par d'autres mines auſſi conſidérables que celle-ci, que tout cela auroit pu ſe faire en beaucoup moins de temps, ſi nous n'euſſions pas eu à nous précautionner ſi fort contre les eaux. Il falloit donc, en ce cas-ci, que l'eau montât juſqu'à deux pieds ſix ou ſept pouces, en vingt-quatre heures, pour arriver juſqu'aux poudres ; ce qui n'étoit nullement à préſumer, les quatre petites caiſſes étant, comme je viens de le dire, ſi bien poiſſées en-dehors & en-dedans qu'elles ne lui laiſſoient abſolument aucun accès.

(1) C'eſt ainſi que les François mettent le feu à leurs mines.

crit. Ils ont ſoin que la tête de cette fuſée déborde l'auget de quelques pouces, comme auſſi de la garnir tout à l'entour de terre graſſe, de peur que quelques grains de poudre répandus par haſard aux environs, ne mettent trop-tôt le feu à la mine, & ne deviennent par-là la cauſe de quelques malheurs. (1)

Il eſt des cas où l'on pourroit ſans danger mettre le feu à la mine comme à l'amorce d'un canon.

Ces manieres de charger les mines, de les bourrer, & d'y mettre le feu, ſont autant pour l'aſſiégeant que pour l'aſſiégé, pour des mines ſous le rempart comme pour celles du glacis, dans la pierre comme dans la terre, avec cette différence cependant, que les étançonnements deviennent plus néceſſaires à proportion de ce que le terrein dans lequel on travaille eſt plus dur & plus tenace.

J'ai déja parlé de la maniere de mettre le feu à trois fourneaux ſéparément, quoique leurs augets paſſaſſent par un même rameau; mais ſi l'on vouloit les allumer tous les trois, & même plus, à la fois, il ne s'agiroit que de faire leurs fauciſſes de même longueur, afin qu'en mettant le feu au foyer où elles ſe réuniroient, les mines ſautaſſent toutes en même-temps.

---

(1) En faiſant l'épreuve d'une très-grande mine, en certain lieu, je manquai de périr, faute de cette précaution que l'Officier de Mineurs, chargé d'y mettre le feu, auroit dû prendre mieux qu'il ne fit. Je devois faire un ſigne au Roi, pour que de ſon côté il donnât, par un coup de piſtolet, le ſignal auquel le Mineur devoit allumer la fuſée faite pour durer trois ou quatre minutes; mais au-lieu de cela, le feu pris comme à un canon, dans le temps que j'étois encore près de la mine. Je me jettai bien vite à un arbre près duquel je me trouvai, par bonheur; ainſi j'en fus quitte pour la peur des décombres qui paſſerent au-deſſus de moi, pour aller à cinq cents pas plus loin, d'où l'on peut juger que les branches qui me couvroient n'en furent pas exemptes.

Digitized by Google

On me dira peut-être qu'il n'y a guere de Mineurs qui ne ſache, par expérience, tout ce que je viens de dire, & même beaucoup plus. Cela peut être, j'en conviens, & même je ſuis d'avis que cela devroit être ainſi. Auſſi ne l'ai-je fait que pour ceux qui ne le ſavent pas, & pour mieux lier enſemble les parties de cet eſſai, dont il eſt libre à chacun de faire l'uſage qu'il voudra (1).

Nouveau projet de contre-mines en avant du chemin couvert.

Je reviens encore une fois à la diſtribution des contre-mines par rapport à leurs différentes profondeurs dans les terres : mais pour entendre mieux ce que je vais dire à ce ſujet, qu'on déplie la Planche 3e., la Figure premiere de cette Planche repréſente le fond d'un polygone, où l'on peut compter la quantité de fourneaux qu'il y auroit ſous le glacis, ſelon ce nouveau projet. La Figure ſeconde marque la maniere dont les rameaux & leurs branches doivent être diſpoſés pour ſon exécution. La Figure 3e, profil pris ſur la ligne A, b, c, D, de la Figure 2e, marque la profondeur & longueur du rameau ſortant d'un coffre ſous la contreſcarpe, la hauteur réciproque des trois étages de fourneaux, & les excavations qu'il doit y avoir après qu'ils auront joué.

PLANCHE III.

Ici le glacis va en pente ſous un angle, avec l'horiſon d'environ quatre degrés. Les fourneaux du premier étage, les plus bas de tous, ſont, comme il ſe voit au profil, à trente pieds de la crête du glacis, & à vingt-quatre pieds de moindre réſiſtance ; ces vingt-quatre pieds pris par la ligne la plus courte depuis la ſemelle du ſouterrein juſqu'à la ſurface du glacis ; ceux du ſe-

(1) Je ne ſuis pas Mineur de profeſſion ; mais celle d'Ingénieur me mettant dans l'obligation d'approfondir la partie des mines, me donne, ſans doute, le droit d'en traiter ; ce que pourtant je ne fais qu'en Ingénieur, comme il eſt aiſé de le voir.

cond, à cinquante-ſept pieds de la crête du glacis, & à quinze pieds de moindre réſiſtance; ceux du troiſieme à ſoixante & douze pieds de la crête du glacis, & à neuf ou dix de moindre réſiſtance; tous les trois étages faiſant enſemble, en deſcendant ſur une ligne droite vers la place, un angle de vingt degrés trente minutes avec la ligne du glacis & avec la ligne horiſontale, celui d'environ dix-ſept degrés.

J'ai mis la pente du glacis ſous un angle, avec l'horiſon, de quatre degrés; mais, quelque ſoit cette pente, pourvu qu'elle n'aille pas aux extrêmités, comme je l'ai vu en pluſieurs endroits, on obſervera toujours que les fourneaux du troiſieme étage ſoient ſous neuf ou dix pieds de moindre réſiſtance; ceux du ſecond, ſous quinze pieds, & ceux du premier, ſous vingt-quatre ou vingt-cinq pieds, la ligne ſur laquelle ils ſe rencontreront tous les trois, faiſant conſtamment, avec la ligne du glacis, l'angle de vingt ou vingt & un degrés: car il faut obſerver ſoigneuſement que les foyers des mines ſoient à une diſtance fixe les uns des autres; ce qui étant bien obſervé, il s'en ſuivra que la ligne de moindre réſiſtance perpendiculaire à la ſurface du glacis, s'éloignera de la ligne à plomb, à proportion de l'angle plus ou moins grand de la ligne du glacis avec la ligne horiſontale. Il s'enſuivra, par conſéquent, que, ſi cet angle étoit de vingt à vingt & un degrés, les trois étages ſe trouveroient preſque de niveau, quoique ſous des lignes de moindre réſiſtance bien différentes. Enfin, ſi le glacis avoit une pente qui paſſât l'angle avec l'horiſon de vingt & un degrés, quoique les fourneaux du premier étage euſſent plus de terre au-deſſus d'eux que ceux du ſecond & du troiſieme; il ſe trouveroit cependant qu'à l'égard du niveau, ceux-ci ſeroient, à proportion, plus profonds que le premier; d'où je conclus que ſi l'on conçoit bien le

rapport

rapport des fourneaux avec l'angle formé par la ligne horiſontale & la ligne du glacis, on comprendra aiſément que cette diſtribution peut convenir à toute ſorte de terrein & de ſituations différentes, ſi l'on obſerve de mettre les fourneaux, tous à une diſtance les uns des autres telle que je viens de la preſcrire.

Je préviens que tout ceci ne regarde que la défenſe du glacis & le terrein en-avant. C'eſt pourquoi il eſt eſſentiel que les fourneaux du premier étage ſoient placés de maniere qu'ils ne puiſſent endommager la crête du glacis, & qu'ils ne laiſſent pas non plus aſſez de terre pour les logements de l'Ennemi. Suivant le profil de la Figure 2e., un fourneau du premier étage, à trente pieds de diſtance de la crête du glacis, & ſous une ligne de vingt-quatre ou vingt-cinq pieds de moindre réſiſtance, ſeroit placé convenablement à l'effet que l'on voudroit qu'il fît. Il n'y auroit donc que quelques cas particuliers qui demanderoient de les mettre un peu plus en-avant ou en-arriere, à proportion de l'angle du glacis avec la ligne horiſontale, celle-ci priſe en un point quelconque de la ſurface du premier. La ligne des fourneaux du premier étage déterminée, parallélement à la crête du glacis, à trente pieds horiſontaux de cette même crête, les fourneaux à vingt-quatre ou vingt-cinq pieds de profondeur, & à cinquante-ſept pieds l'un de l'autre; la ligne des ſeconds, parallele à celle des premiers, ſera à environ vingt-quatre pieds de celle-ci, & ſes fourneaux alternativement à la diſtance de vingt-quatre & de trente-trois pieds, comme il ſe voit dans la Figure 2e.

Enfin, les fourneaux du troiſieme étage que je ne traite que comme de ſimples fougaſſes, (1) ſeront rangés, partie ſur la

(1) On verra enſuite la raiſon pourquoi je voudrois que les fourneaux du troiſieme étage ne fuſſent que des ſimples fougaſſes, & l'on en jugera.

ligne du ſecond étage, partie dix pieds en-avant de cette ligne, comme il eſt marqué par la lettre D, Figure ſeconde. Dans cette même Figure, la lettre C marque les fourneaux du ſecond étage, & B ceux du premier; il ſemble d'abord qu'il y ait ſur les capitales plus de deux étages de véritables fourneaux de mines; mais faiſant attention à la lettre B qui marque ceux du premier étage, à C qui marque ceux du ſecond, & à D pour les fougaſſes qui ſont le troiſieme, on voit, à n'en pouvoir douter, qu'il n'y a par-tout que deux étages de mines, & un troiſieme de fougaſſes.

Maniere d'exécuter ce nouveau projet de contre-mines.

Ce n'eſt pas aſſez de projetter une quantité de fourneaux ſous terre, il faut expliquer bien clairement la maniere la plus facile & la plus ſimple d'exécuter un tel projet.

PLANCHE III.

J'ai marqué dans la Figure ſeconde, à l'angle ſaillant du foſſé ſur la capitale du Baſtion, une Caſemate ou coffre de 60 pieds de longueur ſur ſeize pieds de largeur, & dix ou onze pieds de hauteur. Aux deux côtés de cette Caſemate ſont deux bouts de galerie crénelés, comme il ſe voit au plan, pour faire feu dans le foſſé, & donner de l'air au ſouterrein. On y voit auſſi comment par de grands rameaux & leurs branches, on va de la Caſemate juſques aux fourneaux du premier & du ſecond étage. Je dirai après la maniere de traiter les fougaſſes.

Ne pourroit-on pas pratiquer ſur la capitale de la demi-lune, quelque coffre pareil à celui de la capitale du Baſtion, avec des bouts de galerie aux côtés, aſſez longs, pour pouvoir delà communiquer par des rameaux aux ſept fourneaux du premier étage qui ſe trouvent ſous la branche du glacis correſpondante avec un des côtés de la demi-lune? Je vais plus loin: en coûteroit-il beaucoup pour joindre enſemble les deux bouts de galerie, l'un à droite de la Caſemate, ſur la capitale du Baſtion,

l'autre à gauche de celle de la demi-lune, en paſſant ſous le terre-plein de la place d'armes, comme il ſe voit dans la Figure premiere. Il me ſemble que cela feroit une très-bonne communication d'une Caſemate à l'autre, dont on ſe ſerviroit pour aller aux mines ſous le glacis de la place d'armes. Tout cela, à l'aide des Figures, ſe comprendra aiſément.

Les fourneaux du premier étage de niveau avec le terre-plein de la Caſemate, c'eſt-à-dire A, dans la Figure ſeconde, de niveau avec b & B, on perce le rameau de A à b, enſuite de b à B. Le premier de cinq pieds ſix pouces de hauteur, ſur trois pieds ſix pouces de largeur dans œuvre, & le ſecond ſeulement de deux pieds ſix pouces de largeur, ſur trois pieds de hauteur. La partie de b à c aura les dimenſions d'un rameau moyen, c'eſt-à-dire quatre pieds de hauteur ſur trois de largeur; les branches c C, trois pieds ſur deux pieds ſix pouces, comme b B. Les C marquent les mines du ſecond étage. Pour y arriver, commencera-t-on à remonter de b, ou ſeulement de c? L'un & l'autre eſt faiſable; mais je préférerois le premier au ſecond, pour avoir une rampe plus douce. J'ai déja expliqué la maniere de monter d'un point à un autre.

Des fougaſſes ſelon ce nouveau ſyſtême.

Ce que je propoſe touchant les fougaſſes, fort ſimple en ſoi-même, n'exige preſque point de dépenſes. Je laiſſe la Contreſcarpe & le chemin couvert libres de tout embarras & de toute ſujétion. Je me contente de faire en c un petit ſoupirail de huit ou neuf pouces quarré, mais dont la maçonnerie ne vient que juſqu'à vingt ou vingt-quatre pouces de la ſurface du glacis. J'en fais deux pareils à droite & à gauche de b, & tout reſte dans cet état juſqu'au temps d'avoir beſoin des mines. Ce temps arrivé, on marque les endroits où doivent être les fougaſſes, comme ici en D, où l'on fait des puits de neuf ou dix pieds de

PLANCHE III.

profondeur. Qu'ils ſoient ronds ou quarrés, c'eſt bien la même choſe, eu égard à leur objet ; mais pour n'avoir beſoin ni de chaſſis, ni de coffrement, comme auſſi pour être plus aiſés à faire & à remplir de terre, le mieux ſeroit ſans doute de les faire ronds, ſur environ trois pieds de diametre. On fait au fond d'un tel puits, du côté du ſoupirail d'où lui doit venir le feu, un trou de ſeize ou dix-huit pouces quarré, ſur autant de profondeur, & c'eſt dans ce trou que ſe met la caiſſe de poudre dont la fougaſſe doit être chargée. Mais pour une plus grande facilité dans cette manœuvre, je voudrois qu'elle ſe fît de la maniere ſuivante. On attacheroit à la caiſſe un morceau d'auget d'environ huit pieds de longueur, (1) on couperoit un de ſes côtés d'environ un pied, pour être par-là découvert d'autant, & pouvoir s'appliquer exactement à la ſurface de la caiſſe d'où ſort le bout de la fuſée qui doit en être couvert. On obſerve de ne joindre l'auget & la caiſſe enſemble, que lorſque la fauciſſe eſt dans l'un & l'autre comme elle doit y être. Alors on

(1) Tout le monde ſait qu'un auget n'eſt autre choſe qu'un tuyau de bois formé de quatre lattes, chacune d'environ trois pouces de largeur. Je dirai, à ce ſujet, que je me ſuis quelque fois ſervi d'augets de forme triangulaire. Je prenois pour cela deux lattes de trois pouces de largeur, & une troiſieme de cinq pouces. Je joignois enſemble les deux premieres, de maniere qu'elles fiſſent un angle d'à-peu-près ſoixante degrés, & que leurs bords fuſſent préparés pour recevoir la troiſieme deſtinée à fermer exactement l'auget, en le débordant d'un pouce de chaque côté. Je faiſois faire enſuite dans le foſſé qui menoit à la fougaſſe, ou au milieu du terre-plein du rameau, s'il étoit queſtion d'une mine ordinaire, une rigolle de forme triangulaire, comme celle de l'auget, afin que l'on pût entrer dans l'autre ſans difficulté. La fauciſſe poſoit de cette maniere préciſément ſur l'angle de l'auget, & étoit auſſi bien couverte qu'elle pouvoit l'être. Les augets de cette forme s'ajuſtent mieux enſemble que les quarrés, & ne ſont pas ſi ſujets à contracter l'humidité, pour peu que le fond fût poiſſé, pour ne la point laiſſer venir par en-bas.

Digitized by Google

les cloue l'une à l'autre, de maniere que rien ne puiſſe les déranger. On peut mettre la poudre dans la caiſſe avant de la deſcendre dans le puits, ou, ſi l'on veut, ne l'y mettre qu'après. Le premier eſt préférable au ſecond, pour lequel il faudroit avoir fait un trou à la ſurface ſupérieure de la caiſſe, que l'on boucheroit, ſans doute, après qu'elle auroit été remplie. Il n'eſt pas difficile de ſe repréſenter comment tout cela ſe fait, pour que chaque choſe ſoit à ſa place. On deſcend la caiſſe dans le puits, & on la met à l'endroit préparé pour la recevoir. De cette maniere, le bout de l'auget ſe trouvant à-peu-près à deux pieds ſous la ſurface du glacis, on va de-là, par un foſſé de cette profondeur, droit au ſoupirail le plus à portée, comme on le voit ponctué de c à D, de b à D, dans la Figure 2e. La diſtance la plus courte de c à D étant de vingt-quatre pieds, elle demande une ſuite, au moins de deux longueurs d'auget, dont un bout couvrira le morceau qui entre dans le puits, & l'autre celui que l'on aura fait deſcendre par le ſoupirail juſqu'au rameau. Ainſi après avoir bien ajuſté la ſauciſſe, depuis la caiſſe juſqu'à l'endroit du rameau où elle doit recevoir le feu, après avoir bien fermé les augets, & les avoir couverts de la terre qu'il leur faut, après avoir remplis les puits de leur propre terre bien battue avec la demoiſelle, & avoir préparé tout, dans le rameau, pour porter, delà, le feu aux poudres de la fougaſſe, on demeure tranquille juſqu'au moment d'en faire uſage. Je voudrois que les ſoupiraux dont j'ai parlé, ne vinſſent pas de la voûte des ſouterreins, mais du côté extérieur de leurs pieds droits; de ſorte qu'il ne fût queſtion que d'une petite ouverture dans leur épaiſſeur où la ſauciſſe viendroit aboutir.

J'ai mis ici les fougaſſes à peu de diſtance des ſoupiraux auxquelles elles ont rapport, comme à vingt-quatre, trente-ſix &

quarante-deux pieds tout au plus, quoiqu'on puiſſe les mettre à cent & cinquante pieds. Il ne s'agit alors que d'une plus grande ſuite d'augets ſous terre & d'une ſauciſſe, à proportion plus longue.

De bombes ſous le glacis.

On pourroit auſſi enterrer deux ou trois bombes autour de la fougaſſe, pour recevoir le feu en même-temps qu'elle. Il ne faut qu'avoir une idée un peu nette de toutes ces choſes-là, pour les voir dans tous leurs ſens, & en comprendre d'abord la facilité. Une telle fougaſſe ne demande que le temps de creuſer un puits de neuf ou dix pieds de profondeur, de le remplir, après y avoir mis la charge, & de recouvrir les augets de la terre du foſſé dans lequel on les aura mis; ce qui peut ſe faire en une nuit. On pourroit auſſi faire les puits, placer les augets de communication, & les recouvrir de terre, dès le moment qu'on ſe voit menacé d'un ſiege. En ce cas, lors il ne s'agit que d'un bon couvercle ſur chaque puits, qui demeure vuide & couvert juſqu'au temps de charger la fougaſſe. Alors par le moyen d'une longue corde que l'on aura laiſſé dans les augets, en place de la ſauciſſe, ou tire, dans le beſoin, celle-ci, depuis le centre des poudres où elle aboutit, juſqu'au fond du rameau où on veut qu'elle arrive. (1)

On voit, par la maniere dont les rameaux & leurs branches ſont diſpoſés dans ce projet, ce que l'on peut ſe promettre d'une telle diſtribution, où il n'y a rien que de ſimple & à la portée de tout le monde. J'ai dit, à l'occaſion du projet de M. de Valiere, la maniere de parvenir à l'exécution de ces ſortes d'ouvrages. Qu'eſt-ce qui empêcheroit de les porter, tous enſem-

(1) J'ai ſouvent fait mettre dans un tel puits, une échelle de ſa hauteur, pour y deſtendre plus aiſément dans le beſoin.

Digitized by Google

ble, plus avant qu'ils ne ſont marqués ſur le plan, par le moyen d'une galerie magiſtrale dont j'ai parlé, à l'occaſion de la troiſieme maniere d'exécuter le projet de M. de Valiere.

Des grands obſtacles qui pourroient ſe rencontrer lors de la conſtruction des ouvrages.

Sans entrer dans beaucoup de détails des difficultés occaſionnées par les eaux, non plus que de cent autres obſtacles qui pourroient ſe rencontrer ſous la terre, lors de la conſtruction des ſouterreins, je dirai ſeulement que, ſi c'eſt quelque voie d'eau qui menace d'inonder la galerie ou le rameau, on fait des puits aſſez profonds pour la recevoir & la faire filtrer dans les terres. Que ſi cet expédient n'étoit pas pratiquable, ou ſi l'on prévoyoit qu'il ne dû ſervir de rien, il faudroit en chercher quelqu'autre, comme celui de changer de chemin; ce qui, je crois, ſeroit encore le meilleur parti à prendre. Il eſt vrai qu'il faudroit alors changer quelque choſe au projet; mais en le faiſant prudemment, ce qui demande déja une certaine habileté dans celui qui en ſeroit chargé, il eſt à préſumer qu'on feroit ſervir l'obſtacle contre l'Ennemi lui-même.

Si l'on alloit toujours en remontant depuis le foſſé, je ne vois nulle difficulté à donner de l'écoulement aux eaux, en ſi grande quantité qu'elles puſſent être. Ainſi, ſi l'aſſiégeant prévoyoit avoir quelque choſe à craindre des eaux, ce dont il peut à-peu-près juger par la connoiſſance du terrein dans lequel il chemine, il devroit, pour agir plus ſûrement, commencer ſon rameau, en un point quelques pieds plus bas que celui où il voudroit arriver, afin que l'eau pût s'écouler à meſure qu'il avanceroit dans ſon ouvrage. Dans le cas de quelque morceau de roc vif, de pierres de carriere ou autres qui ſe préſenteroient au paſſage, on chercheroit, en ſondant, quelque moyen de paſſer par-deſſous ou à côté, ſinon on ſeroit obligé d'y faire un trou, ſelon la direction de l'ouvrage; ce qui ne ſeroit pas déja une choſe ſi

Digitized by Google

difficile, ni ſi coûteuſe, ſur-tout pour ceux de la Place qui auroient eu tout le temps qu'il leur auroit fallu pour cela. Mais ſi, avant de travailler à vaincre l'obſtacle, on en prévoyoit la continuation, ne vaudroit-il pas mieux le laiſſer entier à l'Ennemi, & changer tout-à-fait le projet dans cette partie? Au reſte, lorſque ces choſes arrivent, les moyens d'y remédier viennent beaucoup mieux dans l'eſprit, ſur le lieu même, que dans une diſſertation qui ne ſauroit guere repréſenter tous les ſens dans leſquels elles doivent être vues. C'eſt ordinairement dans des Pays de collines & de montagnes que ſe rencontrent les plus grandes difficultés. Il ne ſe trouve guere de rocher dans un terrein plat; quelquefois il s'y trouve des carrieres & des eaux de fond auxquelles on a dû s'attendre.

PLANCHE III. Je reviens à mon projet de contre-mines. Le profil, Figure 3e. eſt à-peu-près, comme ceux de M. de Valiere, quoique dans un ſens oppoſé, & quoiqu'il y ait bien de la différence dans la diſpoſition reſpective de mes fourneaux & des ſiens, eu égard à leur hauteur & à leur diſtance l'un de l'autre. Qu'on examine ſon ſyſtême & le mien, on verra que ſur un même front de polygone, au-lieu de quarante galeries, ſelon M. de Valiere, il n'y en aura, ſelon moi, que quatorze; au-lieu de quarante fourneaux du plus bas étage, il n'y en aura que vingt-huit; au-lieu de quatre-vingts du ſecond étage, il n'y en aura que quarante-huit; enfin, au-lieu de cent & ſoixante du troiſieme étage, il n'y autoit qu'une cinquantaine de fougaſſes; le tout enſemble devant au moins faire autant d'effet que ceux de M. de Valiere, quoiqu'en plus grande quantité. J'en fais juger les plus expérimentés dans le métier.

Je conviens, qu'y compris les Caſemates & les galeries d'une Caſemate à l'autre, le développement de mes ſouterreins ne différera

férera pas beaucoup de celui de M. de Valiere ; (je ſuppoſe, au reſte, qu'il n'admet pas lui-même de telles caſemates & galeries ;) mais conſidérant les avantages qu'on en retire, & faiſant attention à ce qu'il y aura plus de la moitié moins de fourneaux, quelle quantité de poudre à diminuer, & quelle aiſance pour manœuvrer dans des galeries & des rameaux faits de cette façon ? La vue du Plan, avec un peu d'étude des Figures, mettra le Lecteur en état d'en porter ſon jugement. (1)

Des contre-mines du corps de la Place, & des ouvrages détachés.

Tout ce que j'ai dit juſqu'ici ne regarde que les contre-mines ſous le glacis & en-avant du glacis. Il s'agit à préſent de celles des ouvrages de la Place.

PLANCHE III.

La Figure quatrieme fait voir un ravelin contre-miné comme je voudrois qu'ils le fuſſent tous, comme je voudrois auſſi que le fuſſent les Baſtions, ſi leurs gorges étoient retranchées. On voit, à la gorge du ravelin, deux traverſes, par-deſſous leſquelles on paſſe pour arriver à la galerie pratiquée ſous ſon retranchement. Du point E de celle-ci, on paſſe ſous le petit foſſé D pour venir à la galerie A B C. Voyez le tour que tout cela fait pour reſſortir en I. A, B, C ſont les points d'où l'on perce les rameaux & leurs branches, comme il ſe voit au Plan. A chacun de ces points eſt un ſoupirail d'une ouverture aſſez grande pour y faire paſſer non-ſeulement les terres du rameau, mais celles

(1) Il en eſt de ce projet-ci comme de beaucoup d'autres, qui ne ſont que pour avoir quelques regles générales dans les choſes que l'on entreprend. C'eſt enſuite à l'Ingénieur & au Mineur à ſe faire des regles particulieres pour la diſtribution & la conſtruction de leurs ouvrages. Je préſume que ce n'eſt qu'en proportionnant les forces du deſſous à celle du deſſus qu'on peut ſe promettre de parvenir à une juſte combinaiſon. On peut auſſi conſulter les mémoires, plans & profils des contre-mines les plus célebres, on peut les voir, en prendre ce qu'il y aura de bon, & laiſſer le reſte.

de la galerie, à meſure que l'on avance dans ſa conſtruction (1). Je voudrois qu'au moins les galeries & leurs communications fuſſent maçonnées. Les rameaux, leurs branches & les chambres de mines ſe feroient enſuite, lorſqu'il en ſeroit beſoin. Voyez les profils de tout cet ouvrage dans la Figure cinquieme, où les points f, e, d, a, g, h, correſpondent avec F, E, D, A, G, H. Figure quatrieme f e, marque le paſſage ſous la traverſe, en laiſſant aſſez de terre au-deſſus pour être à l'abri des bombes. e montre le profil de la galerie ſous le retranchement; e d marque la deſcente & le paſſage ſous le petit foſſé; d, un ſoupirail; a, le profil de la galerie ſous le rempart; a g, la longueur du rameau; g, le profil du retour juſqu'en h, où eſt la chambre.

Pour un ravelin comme celui-ci, il faudroit tout au plus cent dix toiſes courantes de galeries, & environ autant pour un baſtion, en ne ſuppoſant, ſous le retranchement de celui-ci, que deux ſimples paſſages, pour aller par-deſſous ſon petit foſſé, juſqu'à la galerie magiſtrale, d'où l'on perceroit, comme au ravelin, quelques rameaux avec leurs retours; ce qui pourtant ne devroit ſe faire, comme je l'ai déja dit, que dans le beſoin. Alors quelle facilité à établir des fourneaux ſous les breches que l'ennemi auroit faites aux ouvrages de la Place. Le profil marque à quelle profondeur ils doivent être ſous le parapet, pour l'effet que l'on veut qu'ils faſſent. Car il ne s'agit point ici d'ouvrir, ni le parapet, ni le rempart; mais ſeulement de ſe rendre maîtres des breches de l'ennemi. Les ſoupiraux le long

(1) Ceci ſuppoſe que l'on auroit commencé par faire des puits du haut en-bas, pour former ces ſoupiraux.

Digitized by Google

de la galerie donneroient, en ce cas-ci, beaucoup de facilité pour charger & bourrer les mines.

Pour favoriſer la retraite des défenſeurs des breches, ſoit au baſtion, ſoit au ravelin, il ſeroit bon d'avoir quelques fougaſſes, comme celles que l'on voit ponctuées devant le paſſage qui mene du retranchement au terre-plein de l'ouvrage, ne fut-ce que pour en impoſer à l'aſſiégeant, ſi il le ſait, ou pour arrêter ſon impétuoſité, s'il ne le ſait pas. De telles fougaſſes auront naturellement leurs communications juſqu'à la galerie, par-deſſous le retranchement & ſon foſſé, pour n'avoir qu'à y mettre le feu comme à l'amorce d'un canon.

Maniere de faire ſauter tout un retranchement.

J'ai fait ici deux parties de galeries qui occupent tout le retranchement du ravelin. Il faut à préſent que je diſe les raiſons qui me l'ont fait faire ainſi. Ce retranchement n'eſt que pour la ſûreté intérieure du ravelin, pour mieux couvrir ſa garde, pour garantir du ricochet ſes pieces de flanc, & pour aſſurer la retraite de ceux qui ſeroient forcés d'abandonner le terrein en-avant. L'ennemi une fois maître de tout l'ouvrage, ſoit qu'on le lui ait abandonné ou autrement, le retranchement, de la forme qu'il eſt, nuiroit, ſans doute, à l'aſſiégé, s'il reſtoit ſur pieds, & c'eſt pour cela que j'ai projetté ces deux parties de galeries pour le raſer, quand on voudra, de fond en comble. Quoique je n'aie point encore eu l'occaſion de faire moi-même des épreuves là-deſſus, je ne doute pourtant pas du ſuccès, en s'y prenant de la maniere que je vais dire. On commence par bourrer dix-huit ou vingt pieds de chaque galerie des côtés où l'on deſcend ſous le petit foſſé; après quoi, il reſte environ dix-neuf toiſes de vuide, où l'on arrange ſix ou ſept caiſſes de poudre, de maniere qu'on puiſſe leur donner le feu par-deſſous la traverſe, qui elle-même demeurera vuide juſqu'à quatorze ou

quinze pieds de la porte de communication, afin qu'elle ait le même ſort que le retranchement, & que tout ſoit raſé juſqu'au fondement. Sans doute que les premiers quinze pieds, en entrant ſous la traverſe, auront été bien bourrés avec les matériaux dont on ſe ſert pour les mines, & qu'on aura eu ſoin de mener une ſauciſſe avec ſon auget, par-deſſous terre, juſqu'au revêtement de la gorge de l'ouvrage, pour qu'on puiſſe y mettre le feu par le foſſé. On fera la même choſe à droite & à gauche du retranchement, pour que les deux parties & leurs traverſes ſautent en même-temps.

Maniere de faire ſauter les traverſes du chemin-couvert.

PLANCHE III.

Les traverſes d'un chemin-couvert ou autres, ſont dans le cas du retranchement dont je viens de parler. On s'en ſert autant que l'on peut, puis on les fait ſauter d'un ſeul coup, ce qui eſt le plus ſur moyen d'empêcher que l'Ennemi ne s'en ſerve pour ſe couvrir juſqu'au bord de la contreſcarpe. Ayant fait, ſous la traverſe, une eſpece de rameau, comme il ſe voit au chemin couvert du ravelin, Figure 4e., & au profil de ce chemin-couvert, Figure 6e., on met, quand on veut, dans ce rameau, quelques caiſſes ou barriques de poudre, puis on en ferme l'entrée de maniere qu'elle faſſe autant de réſiſtance que chacun des autres côtés de la traverſe. On y met le feu par le foſſé, comme à une mine ordinaire, & la traverſe eſt raſée juſqu'au fondement. (1) Il en peut être de même de tout autre ouvrage, comme enveloppes, fleches, épaulements, dans un chemin couvert ou ailleurs.

---

(1) Il y a quelques années qu'il ſe fit à B***. une épreuve de ce genre, à l'occaſion d'une traverſe ſous laquelle on avoit laiſſé une eſpece de canal vuide, de maniere que la réſiſtance aux deux bouts ſe trouvoit égale à celle du deſſus & des côtés. On y avoit mis deux caiſſes de poudre qui partageoient le canal en trois,

Digitized by Google

Voyez, Figure 6e., la maniere de faire une fougaſſe ſous le glacis, & d'y mettre le feu, par le moyen de la traverſe dont il vient d'être queſtion.

& l'on avoit compaſſé le feu, pour que, d'un ſeul foyer, il pût arriver au même inſtant aux deux caiſſes. Le feu y ayant été mis, comme à une mine ordinaire, toute la traverſe ſe trouva raſée juſqu'au fondement. J'ajouterai à cette épreuve un extrait d'une lettre de M. de Belidor, du 11 Mars 1754, à Paris.

MONSIEUR,

» J'ai reçu au retour d'un voyage que » je viens de faire en Bretagne, la lettre » que vous m'avez fait l'honneur de m'é- » crire au ſujet des épreuves ſur les mines » que j'ai fait par ordre du Roi, au prin- » temps dernier, & qui ont réuſſi au-delà » de mes propres eſpérances. Ces épreu- » ves ont pour objet la maniere la plus » prompte qu'il eſt poſſible, de ſe rendre » maître des Places aſſiégées, principale- » ment de celles qui ſont contre-minées, » de maniere que les contre-mines ſe tour- » nent ſubitement contre la Place, ſans » que l'aſſiégé puiſſe s'en garantir, qui eſt » un des deux moyens que je mets en uſa- » ge. (*Il parle enſuite du premier moyen qui n'a pas beaucoup de rapport à l'objet dont il eſt ici queſtion, & finit ſa lettre par ce qui ſuit.*)

» Je n'entre point en explication ſur » les deux objets de mes épreuves, qui eſt » de changer en tranchées de ſieges tou- » tes les contre-mines d'une Place, avec » une promptitude qui paſſe toute ex- » preſſion. M. le C. d'Argenſon ayant » vu, en moins de ſix heures de temps, » trois cents toiſes de galeries devenir de » magnifiques Tranchées, larges de vingt- » quatre pieds, ſur douze de profondeur, » où il n'y avoit plus qu'à y faire paſſer » les Troupes pour s'en mettre en poſ- » ſeſſion; ce qui jette l'Ennemi dans un » ſi grand déſordre, qu'il n'a d'autre parti » à prendre que d'abandonner le chemin- » couvert, où il eſt écraſé d'une grêle » de décombres dont on ne peut ſe mettre » à l'abri qu'à deux cents toiſes de diſ- » tance.

» Vous voyez, MONSIEUR, que je » cherche à vous ſatisfaire au-delà de ce » que vous m'avez demandé. L'objet de » plaire à Sa Majeſté *le Roi de Pruſſe*, me » fournira de nouveaux motifs de vous » communiquer bien des choſes neuves » ſur un ſujet auſſi intéreſſant."

Il m'écrivit enſuite dans une lettre du 31 Mai 1754.

» Comme il s'agit moins de crever des » galeries que d'en faciliter l'entrée, com- » me j'ai eu l'honneur de vous le marquer » dans ma précédente, il ſuffit que le » globe de compreſſion les atteigne en

On voit, parce que je viens de rapporter des lettres de M. de Belidor, qu'il ne s'eſt pas tout-à-fait expliqué ſur la maniere de faire ſon épreuve, pour enlever tout d'un coup une galerie d'une auſſi grande étendue. Il me marque qu'en ſix heures de temps, il a changé trois cents toiſes de galeries en Tranchées; mais il ne me marque rien de ſa diſpoſition de poudre pour cela.

On conjecture aiſément de ce qu'il dit de ſes Tranchées de douze pieds de profondeur, ſur vingt-quatre pieds de largeur, qu'il avoit fait creuſer douze pieds dans la terre, pour y mettre ſes galeries qu'il a enſuite recouvert de terre. Il me ſemble que, ſi je me trouvois dans un cas pareil, voici ce que je ferois. Suppoſant l'entrée au milieu du développement des galeries de l'Ennemi, je tâcherois, comme le projette M. de Belidor, de le chaſſer de ſon terrein, pour avoir cent & cinquante toiſes de vuide de chaque côté. J'aurois des petits tonneaux ou ſacs de poudres proportionnés à la moindre réſiſtance de la galerie, que je ferois mettre de diſtance en diſtance, le plus loin que je pourrois, menant en même-temps une fauciſſe, d'un ſac ou d'un ton-

---

» un ſeul point, pour y faire ſeulement » une ouverture; après quoi l'on y entre, pour en chaſſer l'Ennemi, ou pour » l'étouffer, s'il a la conſtance de vous y » attendre. Enſuite il y a une diſpoſition » de poudre à faire dans ces galeries qui » les change ſubitement en Tranchées, & » vous font par conſéquent un chemin » pour aller à la place. Je vous répete » ſouvent la même choſe, à cauſe de ſon » importance. Vous trouverez cet opération développée dans l'ouvrage que je » fais à préſent pour Sa Majeſté *le Roi* » *de Pruſſe.* "

Les épreuves dont il eſt ici queſtion ſe ſont faites en Normandie, dans une terre appartenante à M le Maréchal de Belliſle. M. le Comte d'Argenſon, ainſi que pluſieurs autres perſonnes diſtinguées de la Cour, les principaux du Génie, de l'Artillerie & des Mineurs, y furent appellés.

Digitized by Google

neau à l'autre ; ce qui étant fait, & l'entrée de la galerie bien bourrée, j'y mettrois le feu comme à une mine ordinaire ; & je préſume que l'effet s'en ſuivroit comme il s'en eſt ſuivi à l'épreuve de M. de Belidor. Mais, me dira peut-être quelqu'un, êtes-vous ſûr que vos poudres s'allumant les unes après les autres, faſſent l'effet que vous prétendez ? puiſqu'à l'inſtant du feu des premieres, il reſtera au-delà le vuide de toute la galerie, & qu'aux moments où les autres s'allument ſucceſſivement, il y aura déja une ouverture faite par les premieres. A cela je réponds, que, vu la vîteſſe avec laquelle le feu va d'un dépôt à l'autre, & le temps qu'il faut pour le détachement des terres & leur enlevement, il n'eſt pas douteux que le feu ne ſoit au cinquieme ou ſixieme dépôt avant que la premiere excavation ſoit faite. De plus, l'air de la galerie comprimé par toute cette poudre qui s'enflamme preſqu'au même inſtant, vaincra néceſſairement les obſtacles qui s'oppoſeront à ſa dilatation ; d'où s'enſuivra immanquablement l'enlevement des terres du deſſus. Voilà-ſelon moi, la maniere la plus ſimple d'exécuter une épreuve pareille, & même d'en faire l'application dans le ſérieux. J'omets tous les détails & les précautions qu'il y auroit à prendre en un cas ſemblable, puiſqu'ils dépendent tous des circonſtances dans leſquelles on ſe trouve.

M. de Belidor dit qu'au moment de l'effet, on ne ſeroit pas ſûr à deux cents toiſes ; ce qui marque qu'il y veut employer beaucoup de poudre.

Plus je médite ſur ces choſes-là, plus je vois qu'il s'en faut bien que nous ſoyons venus à une parfaite connoiſſance des effets de la poudre dans les mines. Il eſt encore là-deſſus bien des choſes à chercher & à trouver. Juſqu'ici on n'a fait que mettre de la poudre ſous terre. Par-là on ſait à-peu-près l'effet que

peut produire une certaine quantité de poudre cachée dans un trou ſous un glacis, ſous un rempart, peut-être auſſi dans la maçonnerie ; mais a-t-on penſé à ce que l'on pouvoit ſe promettre de l'air. Je ſuis perſuadé qu'on tireroit bon parti d'une quantité d'air proportionnée à celle de la poudre qu'on mettroit dans une mine ; mais il faudroit pour cela des épreuves de pluſieurs façons & dans toute ſorte de terrein ; ce qu'il n'eſt permis de faire qu'à un grand Seigneur ; & encore doit-il bien prendre garde, ſi le cas arrive, de n'employer à de telles épreuves que des gens capables d'en tirer le fruit que l'on auroit lieu d'en attendre.

Des mines de l'aſſiégeant & de la maniere de ſe conduire devant une Place forte par les contre-mines.

Je crois m'être expliqué aſſez nettement ſur les mines en général, & ſur-tout ſur les avantages d'une Place forte par les contre-mines. Il y a, ſans doute, encore bien des choſes à dire ſur ce ſujet, que je laiſſe aux gens du métier, à ceux qui ſont dans le goût de méditer ou de critiquer.

N'y auroit-il pas quelqu'équivalent entre les forces du dedans d'une Place & celles du-dehors ? N'a-t-on rien fait juſqu'à préſent, & ne peut-on rien inventer pour ôter aux contre-mines, au moins quelque choſe de cette ſupériorité ſi grande qu'elles ont ſur les mines ? Cela ſera difficile ſans doute, ſi les défenſeurs d'une Place bien contre-minée ſavent uſer de leurs avantages ; mais on ne peut pas dire pour cela que la choſe ſoit impoſſible. Nous avons vu maintes fortereſſes priſes, quoiqu'avec de très-belles contre-mines. (1) Pourquoi n'en prendroit-on pas d'autres ? la matiere eſt-elle ſi épuiſée qu'il ne reſte plus rien à trouver ? Je ſuis ſûr du contraire. Ayant vu la marche des uns & des autres,

(1) La Citadelle de Tournay, Berg-op-Zoom, S***. &c.

tres, je vais, par ce qui s'eſt fait juſqu'ici, & parce que je juge qui pourroit encore ſe faire, établir quelques principes ſur la conduite que l'on doit tenir devant une Place forte par les contre-mines, en attendant que j'en faſſe l'application en d'autres endroits.

Pour me ſuivre dans ce que je vais dire à ce ſujet, il faut avoir devant les yeux la Planche IV. La Figure premiere de cette Planche fait voir un glacis avec des galeries & des rameaux épars de contre-mines, qui s'étendent juſqu'à trente toiſes de la paliſſade. La Figure ſeconde fait voir une galerie en façon d'enveloppe crénelée ſous la contreſcarpe, d'où ſortent des rameaux & des branches de rameaux ſans beaucoup de ſymmétrie. Ceci, joint à un peu d'examen des Figures précédentes, montre qu'on peut aller ſous terre de mille façons différentes. Enfin, ce ſont toujours des fourneaux ſous un glacis auxquels on comunique par des galeries, des rameaux & des branches quelconques. Il s'agit donc de vaincre tout cet appareil, en allant à ſa rencontre avec des mines capables de le rendre inutile.

Premiere maniere de marcher ſur la capitale d'un ouvrage contre-miné.

PLANCHE IV.

Suppoſons la troiſieme ou la quatrieme parallele A B, de l'aſſiégeant, au pied du glacis, & qu'en débouchant du centre pour marcher ſur la capitale, l'aſſiégé faſſe jouer ſous lui le fourneau C. C'eſt donc juſqu'ici, dira-t-on naturellement, que s'étendent les contre-mines de la Place. On couronne, ſi on le juge à propos, l'entonnoir de l'ennemi, & on s'y loge; ſinon on ſe retire dans la paralelle juſqu'à l'arrivée des Chefs du Génie, de l'Artillerie & des Mineurs, qui viennent pour reconnoître, concerter & décider entre eux ce qu'il y a à faire. (1)

(1) Il faut, en ces cas-ci, qu'il y ait plus d'harmonie qu'il n'y en a d'ordinaire dans

Il eſt alors fort naturel de conjecturer que ce fourneau C tenoit à quelqu'un des rameaux de la capitale. Ainſi il faut, ou s'en éloigner, ou l'attaquer avec des armes pareilles à celles qu'elle préſente. En s'en éloignant, pour marcher à droite ou à gauche, on ira donner indubitablement dans quelques contre-mines des côtés; d'où je préſume qu'à tous égards, le parti le meilleur ſeroit d'attaquer vivement par les mines, toutes les capitales du front de défenſe.

Sera-ce une mine que ceux de la Place auront fait jouer en C, ou ne ſera-ce qu'une ſimple fougaſſe, ſous laquelle il ſera reſté une mine? En ce cas, ceux qui s'y ſeroient logés n'auroient pas beau jeu; mais je ſuppoſe que connoiſſant à peu près la fortification de la Place & ſes contre-mines, ce ſoit un logement ſûr en-avant de la parallele, (1) & qu'on ne riſque rien de marcher par-deſſous ce logement juſqu'en D, au moins aſſez profondément pour n'avoir rien à craindre des bombes. Par-là on aura l'entonnoir D, où on ſe logera, de maniere qu'en allant de C en D, on ne ſoit pas vu des ouvrages collatéraux: ce qui eſt une des principales attentions que l'on doit avoir.

Que la profondeur de l'entonnoir D ſoit de douze pieds ſur vingt-quatre pieds de diametre, ce ſera déja un logement ſûr dont on pourra ſe ſervir, pour percer en même-temps deux rameaux, l'un vers E, pour gagner la capitale, l'autre vers F, au cas que l'on préſume avoir quelque choſe à craindre des con-

---

ces corps; ſans quoi on ne fait rien qui vaille. Pour peu que l'on y faſſe attention, on verra que la déſunion dans les corps provient toujours de quelqu'imperfection de leurs membres principaux.

(1) Des mines à trente toiſes du chemin couvert ne ſont pas communément fort près les unes des autres. Il eſt ſeulement à craindre que l'Ennemi ne les faſſe pendant le ſiege même, ſi on lui en donne le temps.

tre-mines de ce côté-là. Ayant fait ſauter E, on s'y logera comme en D, qui empêcheroit de faire ſauter en même-temps F, ne fut-ce que pour un bon logement de E en F, dont il eſt aiſé de connoître l'utilité. Suppoſant E auſſi proche du rameau de la capitale ou de quelqu'une de ſes branches qu'il eſt ici marqué, il n'eſt pas douteux qu'une charge un peu forte ne les creve l'un & l'autre. De cette maniere, ayant atteint le rameau capital, *on y entreroit* comme le propoſe M. de Belidor, *on en chaſſeroit l'ennemi*, le plus loin que l'on pourroit; & avec une certaine diſpoſition de poudre, on en changeroit, au moins, une bonne partie en Tranchée. Quel avantage ne ſeroit-ce pas, ſi l'on parvenoit à ouvrir ce rameau juſqu'à l'angle ſaillant du chemin couvert? mais, comme il eſt à préſumer que le Contre-mineur s'y ſera retranché, de maniere que le Mineur ne puiſſe y pénétrer, on ſe contentera d'ouvrir la branche depuis E juſqu'en H, pour avoir une belle Place d'armes à gauche de la capitale.

On percera après cela de E juſqu'en I, le plus près de la capitale qu'il ſera poſſible, & ſucceſſivement de I juſqu'en K & de K juſqu'en L, faiſant ſauter à meſure, pour avoir les entonnoirs I, K, L. S'il y a une galerie magiſtrale, le fourneau L l'aura crevé ſans doute; ſinon, on ouvrira depuis L juſqu'en M ou juſqu'en Y, pour avoir un bon logement & quelques cavaliers de Tranchée ſur le glacis, avec des puits & rameaux d'écoute capables de les garantir de toute ſurpriſe, de quelque côté que l'Ennemi veuille la tenter. PLANCHE IV.

On peut calculer à-peu-près le temps qu'il faut pour venir avec les mines, du pied d'un glacis de trente ou trente-cinq toiſes de largeur juſqu'à l'angle ſaillant du chemin couvert; le tout avec les communications les plus aiſées & les plus ſûres qu'il eſt poſſible. Suppoſons, dans cet exemple, la marche d'un

point à l'autre ſous terre, de huit toiſes, & l'ouvrage des Mineurs de douze pieds en vingt-quatre heures, (1) ce ſera vingt jours pour arriver de C juſqu'en L ; mais par rapport aux accidents quelconques qui peuvent arriver dans la ſuite de l'ouvrage, mettons-en vingt-quatre : car il n'eſt pas douteux que l'aſſiégé ne faſſe tout ce qui ſera dans ſon pouvoir pour arrêter les progrès de l'aſſiégeant.

PLANCHE IV. Je ne vois pas qu'il ſoit fort difficile de s'emparer du reſte du rameau depuis L juſqu'à l'arrondiſſement du foſſé. En ce cas, ou on le laiſſera tel qu'il eſt, pour ſervir de deſcente dans le foſſé, s'il eſt aſſez grand pour cela, ou on l'ouvrira comme les autres, pour marcher delà vers N. Enſuite de N juſqu'en O, & de O juſqu'en P, le plus près du rameau à droite qu'il ſera poſſible, afin de le crever à ſa naiſſance, & d'être par-là maître de toute cette droite, de quelque maniere que ſes branches s'étendent ſous les terres. Alors on établira ſûrement la batterie de brêche ſur la crête du glacis ; & l'on fera, ſi l'on veut, de cette batterie, un paſſage ſouterrein, en profitant du rameau depuis X juſqu'en P, pour gagner le fond du foſſé. Il eſt naturel de faire d'ailleurs tout ce qui eſt néceſſaire pour ſe couvrir des feux de la Place. On procede au paſſage du foſſé & à ſon épaulement à la maniere ordinaire, dont j'ai déja parlé en quelqu'endroit, & dont je me propoſe de parler encore dans la ſuite.

Mettons douze jours, tant pour la batterie de brêche Q, que

(1) Ce qui eſt le moins que l'on puiſſe faire. J'ai vu devant S***. nos Mineurs faire dix-huit & vingt pieds, même dans une terre qui ne leur étoit pas des plus favorables. Il ne s'agit que de tenir la main à ce qu'ils ne ſe négligent pas, & de les bien payer pour l'ouvrage qu'ils font. On a beau dire, ce n'eſt que l'intérêt qui fait agir les hommes, de quelque condition qu'ils ſoient.

pour les trois mines N, O, P, les uns & les autres devant, ſelon le cours ordinaire des choſes, ſe faire en même-temps. Ce ſera trente-ſix jours qu'il aura fallu pour arriver du pied du glacis juſqu'au paſſage du foſſé. Ajoutons douze jours pour arriver avec les Tranchées juſqu'au glacis, & douze jours pour ce qui reſte à faire juſqu'au corps de la Place; voilà deux mois bien comptés pour le ſiege d'une Place forte par les contre-mines, (1) en ſuppoſant que l'on s'eſt attaché en même-temps, au moins à trois capitales du front attaqué, avec autant de vigueur à l'une qu'à l'autre, quoique de manieres peut-être différentes. On ſait comme les attaques doivent être combinées & liées enſemble pour qu'il ne leur arrive aucun accident; ce qui appartient plutôt à un traité de l'attaque des Places qu'à un eſſai ſur les mines.

On peut juger que de telles entrepriſes demandent des gens capables de les exécuter, qu'il faut pour cela des Artiſtes, des Mineurs ſur-tout, ſur leſquels on puiſſe compter. (2)

(1) Le ſiege de Berg-op-Zoom a duré ſoixante-quatre jours de Tranchée ouverte, uniquement à cauſe de ſes contre-mines. Celui de S***. a duré autant, par la même raiſon.

(2) J'oſe dire, après tout ce que j'ai vu juſqu'ici, que ce n'eſt qu'au ſervice de France où l'on peut faire ces choſes-là avec tout le ſuccès qu'on a lieu d'en attendre, parce que c'eſt un ſervice dans lequel l'Officier Artiſte eſt traité avec diſtinction, & qu'on ne le laiſſe manquer de rien. Ce n'eſt pas un particulier qui fait la beſogne, ce ſont les corps. Otez à ces corps l'eſprit qui doit les animer, vous leur ôtez toute leur force. Ce n'eſt pas en rendant la condition d'un homme dure qu'on doit le plus eſpérer de ſes talents; c'eſt le moyen au contraire de l'abſorber, & d'en faire un automate. Où l'on ſait ce que c'eſt qu'un Artiſte, on le diſtingue d'un Officier ordinaire de l'armée; ceux-ci, pour la plupart, veulent être bridés; les autres veulent être libres. Quel eſt le Pays où l'on met un ſujet dans un corps d'Ingénieurs - - - - - - - - - - - -? tandis que c'eſt par-tout un honneur & une récompenſe; mais auſſi les examens rigoureux que l'on a à ſubir avant d'y entrer, ſont qu'on n'y eſt pas reçu ſi aiſément.

Matiere à Réflexion.

Digitized by Google

Je n'ai rien dit de la défenſe qui auroit pu ſe faire par les contre-mines, me réſervant de traiter plus amplement en un autre endroit, cette ſorte d'attaque & de défenſe.

La Figure ſeconde marque le profil du rameau R S T V, Figure premiere. La Figure troiſieme, celui des entonnoirs à droite de la capitale & dans le chemin couvert; comme on le voit par les lettres correſpondantes les unes aux autres.

Seconde maniere de marcher ſur la capitale d'un ouvrage contreminé.

PLANCHE IV.

La Figure quatrieme repréſente une galerie d'enveloppe crénelée avec des rameaux pouſſés indifféremment, & avec une eſpece de négligence ſous les terres du glacis. Je ſuppoſe ici les contre-mines plus profondes dans les terres que celles de la Figure premiere; par conſéquent les mines de l'aſſiégeant doivent être creuſées à proportion plus profondément. Celui-ci ne ſait abſolument rien de la diſtribution des contre-mines de la Place, ſi ce n'eſt qu'il y a une galerie d'enveloppe ſous la contreſcarpe, & que de cette galerie on a pouſſé des rameaux en divers endroits & en différents ſens. (1) En tout cas, le parti le plus ſûr & le plus avantageux pour lui, eſt de ne ſe pas éloigner de la capitale; mais plutôt de s'en ſervir pour directrice de ſon ouvrage, qu'il y ait une galerie au-deſſous ou non.

Soit A B, une des têtes de la Tranchée au pied du glacis, & C, une petite mine que l'Ennemi aura fait jouer un peu à gauche de la capitale. Cette mine marque qu'il y a quelqu'autre choſe deſſous. Ainſi l'aſſiégeant, pour aller plus ſûrement de A juſqu'en D, vers la capitale, fera un puits, comme nous l'avons vu précédemment, ou bien une deſcente par-deſſous le

(1) C'eſt le cas où nous nous ſommes trouvés devant Berg-op-Zoom, où il y avoit préciſément une enveloppe crénelée, avec des boutes de rameaux épars en divers endroits.

parapet de la Tranchée, pour arriver au point D, le plus profondément en terre qu'il ſera poſſible : mettons-le à ſeize ou dix-huit pieds ſous le glacis, ſon entonnoir aura trente-deux ou trente-ſix pieds de diametre, ſur dix-huit ou vingt pieds de profondeur ; ce qui, en le couronnant du côté de la Place, comme cela ſe fait ordinairement, fera déja un très-bon logement. Mais pour arriver à ce logement, ou bien on fera par zig-zag, une Tranchée de A juſqu'en D, ou bien on aura laiſſé une partie du rameau A D vuide, pour l'ouvrir en même-temps que la mine D ; ce qui feroit une communication très-profonde, qu'il faudroit enſuite couronner, au moins du côté de la Place. (1)

De l'entonnoir D, on fera un rameau juſqu'en E, lequel E ſe trouvant à vingt-un pieds de profondeur, fera au glacis une excavation de quarante-deux pieds, dont le rameau de la capitale ſera néceſſairement crevé. Marchant, à peu-près de même, de E juſqu'en F, & de F juſqu'en G, le dernier entonnoir G ſe trouvera d'environ cinquante-ſix pieds de diametre, ce qui fera un magnifique logement à l'angle ſaillant de la crête du glacis. Les profondeurs des quatre mines D, E, F, G, ſont ici en progreſſion de trois, ſur ſoixante pieds de chemin à faire ſous le glacis ; ce qui fait que le premier D étant à dix-huit

(1) Lorſque je parle de couronner une telle communication, ou même un entonnoir, je ne prétends pas qu'il faille abſolument ſe ſervir de gabions pour donner à leurs levres plus de hauteur. Ceci ſuppoſe qu'elles en auront déja aſſez, & qu'il ne s'agit que de faire une ou deux banquettes au-deſſous, pour pouvoir y mettre la garde, tandis que le fond ſervira de paſſage pour aller d'un lieu à l'autre. Ce ſeroit ici le cas de faire de belles épreuves, pour enlever les rameaux de points à autres, en même-temps que l'on feroit jouer les mines principales. Au reſte, tout ce que j'avance là-deſſus n'eſt fondé que ſur l'autorité de M. de Belidor, & ſur quelques épreuves auxquelles on donnera la valeur que l'on voudra.

Digitized by Google

pieds, le quatrieme G, en marchant toujours horiſontalement, ſera à vingt-ſept pieds. Pour avoir de bonnes communications d'un entonnoir à l'autre, il faut faire ſauter, autant qu'on peut, les galeries en même-temps que les mines. Diſons, comme je l'ai dit à l'occaſion de la Figure premiere, que toute cette ſuite de rameaux & de mines, depuis A juſqu'en G, ſoit l'ouvrage de vingt-quatre ou de vingt-cinq jours, même en ſuppoſant des obſtacles, des accidents, & quelqu'inégalité dans les terres, pourvu, toutefois, que ce ne ſoit ni roc, ni carriere, ni une quantité conſidérable d'eau, auquel cas il faudroit changer le projet, ſinon en tout, au moins en partie. Si l'on rencontre, chemin faiſant, quelques galeries ou rameaux de l'Ennemi, on s'en ſert pour ſe loger, comme je l'ai déja dit pluſieurs fois.

Mettons cinq jours pour arriver de G en H, le plus près poſſible de la galerie d'enveloppe, alors une bonne charge de poudre crevera néceſſairement cette galerie, comme il ſe voit au profil, Figure cinquieme: cela fait, on y entre & on en occupe le plus qu'on peut; ou bien l'on y fait une ouverture pour y introduire des bombes, des caiſſes remplies de matieres combuſtibles, vis-à-vis deſquelles il ne ſoit pas poſſible de tenir, ſans riſquer d'être bientôt étouffé. (1)

Cependant ceux de la Place n'auront pas manqué de ſe retrancher dans leur enveloppe, au point I, pour couvrir le rameau

(1) A Berg-op-Zoom, nous jettâmes par des trous, dans la galerie d'enveloppe, des bombes remplies de matieres combuſtibles, &, pour ainſi dire, empoiſonnées. Auſſi les aſſiégés n'y reſterent-ils pas. Au dernier ſiege de S***., ceux de la Place chaſſerent de même notre Mineur de ſon rameau qui touchoit à un des leurs; ce qui occaſionna une petite guerre ſouterreine, dans laquelle les nôtres eurent le deſſous.

Digitized by Google

meau collatéral à droite, avec lequel ils communiqueront, ſans doute, par quelqu'endroit vers l'angle rentrant de la Contreſcarpe : c'eſt pourquoi il eſt d'une très-grande conſéquence à l'aſſiégeant de s'emparer d'abord de tout ce qu'il peut de la galerie d'enveloppe pour s'approcher du point I, qu'il ne ſeroit pas alors difficile de faire ſauter, non plus que l'entrée du rameau I K, afin d'avoir tout l'eſpace G K, pour établir avec ſûreté tel logement ou batterie que l'on voudroit. On juge bien qu'étant maître de ce rameau, on n'aura rien à craindre des mines qui pourroient venir de plus loin.

S'il n'étoit pas poſſible d'occuper l'enveloppe depuis H juſqu'en I, il faudroit marcher avec les mines le long du chemin couvert, comme dans la Fig. Ie., & en ce cas, on feroit les chambres aſſez proches de l'enveloppe pour la crever à meſure que l'on avanceroit.

Que ſi la batterie de breche devoit être plus vers la Place d'armes, on ſeroit alors obligé d'aller toujours avec les mines juſqu'au point où l'on voudroit s'arrêter.

Reprenons encore une fois notre marche ſous le glacis & le chemin couvert d'un front d'attaque, dont la Figure quatrieme n'eſt qu'un échantillon, mais qui, pour les connoiſſeurs, ſert autant qu'un grand plan le mieux développé, où l'on marcheroit ſur trois capitales en même-temps. Nous avons été de A en D, nous aurions pu auſſi partir de B, de l'autre côté, pour être plus ſûrs de notre objet ; mais ce qui ſuppoſe aſſez de Mineurs pour les attacher en même-temps à pluſieurs endroits de chaque attaque. J'ai marqué tout ſimplement les entonnoirs D, E, F, G.; mais je n'ai pas dit que je ne puiſſe pas faire dans chacun deux emplacements de Mineurs, dont l'un ſerve d'écoute à l'autre, comme auſſi pour faire ſauter à gauche, ſi l'on ne peut faire ſauter à droite. On doit naturellement s'attendre à PLANCHE IV.

voir quelques bouts de logements endommagés, quelques Mineurs étouffés dans leurs rameaux; ce qui fait une partie des obſtacles que nous avons déja ſuppoſés. Mais on répare autant que l'on peut, le dommage fait, & on prend des meſures pour prévenir d'autres accidents. Enfin, avec de la réſolution, de la patience & de bons Mineurs, on fait tant, que l'on vient à bout de ſes deſſeins. Et je puis dire, s'il m'eſt permis de me ſervir de l'expreſſion de M. de Valiere, qu'en tout ceci, je n'avance rien qui ne ſoit fondé ſur *une théorie expérimentée.*

La maniere dont les rameaux & leurs branches ſont jettés dans les Figures premiere & quatrieme, marque qu'on peut marcher en tout ſens ſous le glacis, & qu'il n'eſt nullement aiſé à l'ennemi d'en avoir connoiſſance, à moins qu'il n'en ait un Plan bien exact. Suppoſons qu'il trouve un bout de galerie ou de rameau ſous la capitale, il s'imaginera, ſans doute, que le ſouterrein ſe continue droit à la contreſcarpe, & il ſe trompera, parce que le ſouterrein fera un détour à droite ou à gauche, pour faciliter l'emplacement de quelques mines aux côtés; ce qui eſt bien capable de déſorienter le Mineur, qui croit être le plus ſûr de ſon objet.

Enfin, les choſes peuvent avoir des points de vue ſi différents, qu'il eſt preſqu'impoſſible de s'en faire des regles particulieres. Tout ce qui peut être preſcrit en général, dans une matiere comme celle-ci, c'eſt de marcher le plus avant qu'il eſt poſſible ſous terre, tant que le contre-mineur ne ſe fait point entendre; mais ſitôt que vous entendez travailler à une certaine diſtance devant ou à côté de vous, chargez bien vîte votre mine, ſi elle eſt en état, & faites-la jouer d'abord, de peur d'être prévenu par votre ennemi, qui par-là ſera écraſé dans ſon trou. Peut-être vous faudra-t-il alors quelques fourneaux de plus; mais

auſſi vous aurez à proportion plus de logements. Sur-tout ne ſoyez pas ſi prompt à vous loger dans les entonnoirs des contremines de la Place qui auront joué près du chemin couvert, crainte que l'Ennemi n'y ait une diſpoſition de fourneaux propres à faire ſauter pluſieurs fois le même endroit. (1) Ce n'eſt pas qu'il faille pour cela des mines, les unes plus hautes, les autres plus baſſes; il ſuffit d'en avoir les unes près des autres, & de les charger à raiſon de l'effet auquel on les deſtine. (2) Prenez bien garde de faire ſur-tout, autant que vous pourrez, vos logements dans vos propres entonnoirs, & de laiſſer dans vos communications le monde qu'il faut pour les garder. Ces communications, ſuivant ce que j'en ai dit, ſeront aſſez larges & aſſez profondes pour que le fond ne ſerve que pour le paſſage des Mineurs ou autres, qui vont d'un entonnoir à l'autre. La garde reſte toujours ſur les banquettes au-deſſus. (3)

On ne peut guere, je crois, embraſſer plus de détails, ſans

(1) A Berg-op-Zoom, on mit dans un entonnoir de l'Ennemi quelques Grenadiers qui ſauterent bientôt après; mais, par bonheur pour eux, comme ce n'étoit qu'un ſable mouvant que la mine enleva, il ne périt que ceux qui ſe trouverent préciſément ſur *la mine*.

(2) J'ai marqué précedemment, dans une note, la maniere dont il a été éprouvé de faire ſauter ſept fois le même point, par le moyen de ſix fourneaux qui environnoient un ſeptieme. Il peut ſe trouver quelques fourneaux proches les uns des autres qui faſſent le même effet.

(3) Qu'on ſe repréſente une longue excavation de quinze ou vingt pieds de profondeur, large par en-haut de trente ou quarante pieds; ce qui feroit de chaque côté une rampe ſur l'angle, à-peu-près de quarante-cinq degrés; & c'eſt au haut de cette rampe que doivent ſe faire les banquettes, y ayant certainement aſſez de terre pour cela. On a ſoin naturellement d'y conſerver la profondeur qu'il faut pour n'être point expoſé à l'enfilade. S'il faut y faire des traverſes, on les y fait, ainſi que les autres banquettes que l'on juge néceſſaires. Il faut ſeulement bien prendre garde que les plus hautes banquettes ne ſoient ni enfilées, ni vues de revers.

entrer dans des raiſonnements compliqués & diffus, qui, au-lieu d'éclaircir la matiere, ne feroient peut-être que l'embrouiller davantage. Ceux qui ſe trouveront dans le cas de miner ou de contre-miner, auront vraiſemblement leurs inſtructions & leur objet avec toutes ſes circonſtances. Ici l'on ne peut guere parler des choſes que généralement; lorſqu'on eſt à l'ouvrage, on entre dans tous ſes détails & ſes particularités.

Quelqu'un me dira qu'il m'eſt aiſé d'écrire & de peindre tout cela, comme je veux ſur le papier, n'ayant rien à craindre du canon, ni des mines de la Place; qu'on peut faire tout ce que l'on veut, en ſe ſouſtrayant aux difficultés que préſente un ſujet comme celui-ci; mais je répondrai à ceux qui me feront des objections auſſi vagues, que, dans un ouvrage de cette nature, on ne peut guere rapporter que ce qui eſt généralement, ce qu'on ſait avoir été, & ce que l'on juge pouvoir être. Je ſuis parti de ces trois points pour arriver à quelques principes généraux, dont il eſt libre à chacun de faire l'uſage qu'il voudra, relativement aux mines. (1)

J'ai expoſé les avantages de l'aſſiégé, s'il ſait uſer de ſes contre-mines. J'ai propoſé quelques moyens de vaincre les obſtacles de peu de conſéquence, qui ſe rencontreroient dans la ſuite des attaques d'une Place contre-minée; les obſtacles principaux étant les contre-mines elles-mêmes, il faut donc tâcher, par toutes ſortes de moyens, de les rendre au moins inutiles. Ce n'eſt pas que

(1) Je prévois quelques objections ridicules des gens à qui mes idées ne plairont peut-être pas, entre autres les difficultés qu'ils imagineront dans l'exécution; mais, ou ces objections ſeront fondées, ou elle ne le ſeront pas; ſi elles ſont fondées, qu'ils cherchent eux-mêmes, & qu'ils uſent de moyens meilleurs que ceux que je propoſe; & ſi elles ſont deſtituées de fondement ſuffiſant, ce n'eſt pas la peine d'y répondre.

Digitized by Google

je prétende que l'on doive marcher ſous la terre ou par-deſſus, préciſément comme je l'ai marqué ; mais au moins peut-on s'en ſervir comme de guide, ſi l'on n'en a pas d'autres meilleurs à ſuivre. Qu'on aille après cela par le grand chemin ou par des ſentiers qui menent au but, pourvu que l'on y arrive, cela ſuffit. C'eſt à ceux qui s'y trouvent le plus intéreſſé à faire ce que leur génie leur dicte, tant pour leur ſûreté propre, que pour l'avancement de leur beſogne & le bien du ſervice en général & en particulier.

J'ai jugé que l'extrait ſuivant ne déplairoit pas aux jeunes gens amateurs de tableaux vifs & frappants ; comme celui-ci m'a paru l'être, par rapport aux avantages réels que les défenſeurs d'une Place contre-minée ont ſur les aggreſſeurs.

EXTRAIT d'un Livre intitulé : Nouveau Syſtême de la Maniere de défendre les Places par le moyen des Contre-mines, &c.

» UN aſſiégeant, dit l'Auteur de ce Syſtême, qui procede » par ſapes & par mines, empiete ſur les droits naturels de » l'aſſiégé. Ce ſeroit à lui de prendre cette voie. Tout bien » conſidéré, il n'y en a preſque point d'autre. " *L'Auteur a bien fait de mettre ce* preſque. » Au-lieu d'épuiſer ſa garniſon par des » ſorties ſouvent plus braves que ſages & meſurées ſur ſes for- » ces, il doit plutôt s'enterrer. Lorſque l'Ennemi vient à lui » par des Tranchées, il doit aller à lui par des ſapes ; & s'en- » foncer de vingt pieds, ſi l'autre s'enfonce de dix. " *L'Auteur ſuppoſe, ſans doute, un terrein propre à tout ce que l'on veut,*

qu'on eſt toujours maître de diſpoſer de dix pieds plus ou moins de profondeur ſous terre. » La maniere étant, dans un ſiege, que » celui qui a le deſſous eſt toujours maître de celui qui a le deſſus; *l'Auteur auroit du dire que l'aſſiégé a beaucoup davantage ſur ſon Ennemi, & non qu'il en ſoit le maître.* » Trois hommes qui vont » ſous une Tranchée faire ſauter une batterie ou déconcerter » des Travailleurs, valent mieux que des Bataillons qui ſortent » ſur une Tranchée avec le plus de réſolution & de fracas." *L'Auteur, dans ſon enthouſiaſme, préſume qu'on laiſſe venir ainſi ces trois hommes. Pour moi je ſuis d'avis qu'une ſortie faite à propos & bien conduite, eſt plus capable de déranger une Tranchée, que deux ou trois fourneaux qui ne ſont que leurs trous & jettent un peu de terre en l'air. Qu'on enviſage les ſuites des unes & des autres, on y trouvera bien de la différence.*

» Qu'il me ſoit permis, continue l'Auteur, de m'étendre un » peu ſur cet article, & de dire ce que j'ai appris par une voie » ou par une autre : car apparemment je ne l'ai pas deviné, ni » même imaginé." *Quel pitoyable préambule! Que ce ſoit l'Auteur qui parle, qui devine ou qui imagine, n'eſt-ce pas tout un, pourvu que les choſes ſoient bien imaginées & bien dites.* » Il me pa- » roît donc que la contre-mine eſt le ſeul champ de Bataille où » l'aſſiégé ſe bat de pair, & même avec une grande ſupériorité » ſur l'aſſiégeant. Par-tout ailleurs, l'aſſiégeant l'emporte, quel- » qu'égalité qu'on ait miſe juſqu'à préſent dans l'attaque & la » défenſe des Places.

» Quoi qu'il en ſoit, l'avantage de l'aſſiégé paroît inconteſtable » dans les contre-mines. Voici l'analyſe de tout ce qui eſt venu » juſqu'à moi, par la lecture des Livres & par la connoiſſance de » M M. de Lorme & du May, deux des plus habiles Mineurs de » France, ſans contredit, qui ont bien voulu m'en inſtruire.

Digitized by Google

» 1°. L'aſſiégeant y perd tout ſon avantage du nombre, » c'eſt-à-dire que c'eſt-là, où un, deux ou trois hommes, » deux ou trois Mineurs, deux ou trois Travailleurs, repréſen- » tent une armée, qui, hors delà, ſe trouve de cinquante » ou de ſoixante mille hommes. " *Autrefois cela étoit ainſi. A préſent on fait des ſieges de la plus grande importance avec ſept ou huit mille hommes. On ſait, par expérience, ce qui en eſt reſulté, le-temps nous apprendra ce qui en réſultera encore dans la ſuite.*

» 2°. L'aſſiégé, au contraire, y recouvre un avantage que » réellement il n'a pas; il oppoſe ſans difficulté le même nom- » bre; &, ſi les contre-mines ſont préparées d'avance, il en » oppoſe un plus grand.

» 3°. Que le Mineur ſoit tué ou écraſé dans ſon trou, il ne » ſera pas remplacé de ſuite, comme le Contre-mineur, par- » ce qu'on va dans la contre-mine à couvert, & comme de » plein pied, au-lieu que le chemin de la mine eſt plein de » bien des écueils, lors même qu'il eſt le mieux épaulé.

» 4°. Parlons clair. Chacun eſt le maître chez ſoi. Or l'aſ- » ſiégé dans la mine eſt chez ſoi, & l'aſſiégeant eſt tout-à-fait » en Pays ennemi. On eſt bien fort quand on eſt ſur ſon pro- » pre terrein, & bien foible, lors qu'on eſt ſur un terrein, » non-ſeulement étranger, mais même ennemi déclaré. " *C'eſt-à-dire qu'on y eſt foible, lorſqu'on ne ſait pas ſe ſervir des moyens de s'y rendre fort & reſpectable. Ainſi vont les choſes dans ce monde. La foibleſſe des uns fait la force des autres.*

» 5°. Tout contribue à augmenter cette force d'une part, & » cette foibleſſe de l'autre. D'abord l'imagination ſeule met une » différence eſſentielle entre le Mineur & le Contre-mineur. Elle » remplit celui-ci de confiance & de ſang froid, tandis qu'elle

» oppoſe à celui-là, mille fantômes, mille monſtres à combat-
» tre; & l'homme qu'on croit voir eſt toujours plus formidable
» que celui que l'on voit. On combat mal des hommes, lorſ-
» qu'en même-temps on a tant de chimeres à combattre. " *Tout cela ſeroit vrai, dans la ſuppoſition que les uns perdent, & que les autres conſervent toujours leur ſang-froid.*

» 6°. Après tout, cette peur n'eſt pas déja ſi mal fondée de
» la part du Mineur. La crainte eſt fille de l'incertitude, & l'in-
» certitude l'eſt de l'ignorance. L'aſſiégé a beau jeu pour faire
» le brave, & pour l'être. Il connoît tout le terrein où il eſt,
» tandis que le Mineur a le malheur d'en faire à chaque pas la
» découverte à ſes riſques. Ce n'eſt que la grande analyſe des
» choſes qui nous les fait connoître dans toute leur étendue &
» dans toutes leurs circonſtances : car on ne connoît guere ce
» que l'on ne connoît qu'en gros. On me permettra donc de
» pouſſer plus loin le développement d'une vérité que je crois
» des plus eſſentielles dans cette matiere, & qui, au reſte, eſt
» la clef du Livre dont je donne ici une eſpece de ſupplément. "
Je ne ſais de quel Livre l'Auteur veut parler ; car il n'entend pas ſûrement celui duquel j'ai fait cet extrait.

» 7°. Le Mineur travaille d'une main, de l'autre, il attaque où
» il ſe défend, c'eſt-à-dire qu'il ne travaille & n'attaque qu'à
» demi. Non-ſeulement ſes mains ſont diviſées, mais tous ſes
» ſens ſont partagés. De l'œil il ſuit ſon travail, ſi toute fois
» il y a du jour qui perce de ſi épaiſſes ténebres. De l'oreille
» il ſe rend attentif au travail du Contre-mineur qu'il entend
» quelquefois, & crois toujours entendre. L'aſſiégé qui eſt dans
» la contre-mine, a l'uſage de toutes ſes forces, de tout ſon eſprit. ".
Il ne lui manque le plus ſouvent que d'en faire uſage.

» 8°. Le Mineur eſt accroupi, à genoux, gêné, froiſſé, em-
» barraſſé

» barraſſé de ſa perſonne, quand il n'y auroit qu'à s'y tenir ſans » rien faire : il eſt ſur ou ſous un terrein mouvant, fragile, ca- » pricieux, qui l'épuiſe par ſa ſolidité, l'enſevelit par ſa fragi- » lité, l'inonde par ſon humidité, ou l'étouffe par ſa pouſſie- » re : en un mot, dans un terrein inégal, où, à chaque coup » qu'on donne, on eſt incertain de l'événement, ayant à crain- » dre à chaque inſtant d'y être-pris comme au trébuchet. Une » choſe qui me ſurprend, eſt qu'on trouve des Mineurs, qu'on » conduiſe un pareil ouvrage juſqu'au bout, avec la facilité que » les Contre-mineurs ont de l'empêcher : car enfin, le pauvre » Mineur rampe & ſe traîne dans ſon trou avec aſſurément moins » de facilité qu'un ver dans le ſien. L'aſſiégé peut l'attendre de » pied ferme, le voir venir, & le faire périr, dès qu'il eſt à » portée, ſuppoſé que la Place ſoit contre-minée d'avance ; & » ſi elle ne l'eſt pas, il n'eſt pas difficile, avec un peu de re- » cherche & de travail, de s'aſſurer du lieu où travaille le Mi- » neur ennemi, & d'aller à lui, ou de ſe mettre à portée de » l'attendre ; ce qui eſt le mieux, parce que c'eſt l'affaire du » Mineur d'avancer. On peut donc lui en laiſſer faire tous les » fraix, ou du moins les trois quarts du chemin. Lorſqu'on » ſent ſur-tout qu'il eſt près, & qu'il donnera bientôt dans » la contre-mine, on peut l'attendre au débouché, & le » ſaiſir dans l'inſtant même qu'il paroît par la plus petite ou- » verture.

» Enfin, l'aſſiégé a tant d'avantage ſur l'aſſiégeant dans les » combats ſouterreins, que ma ſurpriſe eſt que l'on puiſſe pren- » dre une Place par la ſape & par la mine. Il eſt vrai que com- » munément c'eſt par-là qu'on les a toutes priſes dans les der- » nieres guerres, & c'eſt preſqu'un axiôme en ce genre, qu'une » Place eſt priſe dès que le Mineur y eſt attaché, dès que le

» foſſé eſt paſſé, & ſouvent même dès que le chemin couvert » eſt emporté, (1) &c.

Premiere épreuve du globe de compreſſion par M. de Belidor.

Je vais parler d'une ſorte de mines qui n'a juſqu'ici été miſe en uſage qu'au dernier ſiege de S***., *le Globe de compreſſion.* Cette dénomination a par elle-même quelque choſe d'impoſant; & tant qu'on n'a pas ſu ce que c'étoit, on s'en eſt fait des idées

PLANCHE IV.

(1) La ſuite n'eſt plus qu'un galimathias au ſujet de la défenſe des dehors, préférable à celle du corps de la Place, & réciproquement. Quoique les articles ci-deſſus faſſent un tableau aſſez vrai de ces choſes-là, cependant, ſi tout étoit comme l'Auteur le dépeint, une Place contre-minée ſeroit imprenable; & il s'en faut bien que cela ſoit, ſelon les expériences que nous en avons. Peut-être y aura-t-il dans la Place, des Mineurs qui n'auront jamais miné, & dehors de vieux routiers qui iront leur chemin ſans balancer. En un mot, toute cette guerre entre Mineurs & Contre-mineurs, ces ſaiſiſſements, ces piſtolets, ces camouflets, ces lances à feu empoiſonnées ont bien quelque choſe de ſpécieux & de terrible en apparence; mais il s'en faut beaucoup que cela arrive à chaque moment. Ce que le Mineur à le plus à craindre véritablement, c'eſt d'être enterré vif dans ſon rameau, ſi le Contre-mineur vient à faire jouer quelque fourneau à portée de lui. Il en eſt donc des Mineurs, comme des Sapeurs; il faut qu'ils connoiſſent le danger, pour le prévenir ou pour y remédier à l'inſtant même. S'il eſt néceſſaire d'avoir dans une armée beaucoup de Sapeurs, il n'eſt pas moins néceſſaire d'y avoir des Mineurs à proportion, & à la tête des uns & des autres, des gens qui ſachent les mener. Mais lorſque je verrai des Sapeurs qui n'ont jamais ſapé, des Mineurs qui n'ont jamais miné, on me pardonnera de n'avoir pas la meilleure opinion de leurs entrepriſes. J'ai eu de tels Sapeurs au ſiege de S***., choiſis des plus mauvais ſujets des compagnies; auſſi n'ai-je jamais pu m'en ſervir, & tout l'ouvrage, choſe inouie, s'eſt fait à découvert juſqu'à la brêche. Nous avions quelques bons Mineurs qui ont péri; mais il s'en falloit beaucoup que nous en euſſions aſſez pour un tel ſiege. Les Officiers ſur-tout nous manquoient: car il n'y en avoit qu'un, & un bas Officier qui fut fait Officier dans l'action même. Autre choſe eſt de remuer la terre, de maçonner des galeries & des rameaux en pleine paix; autre choſe eſt de faire la petite guerre ſous terre, ainſi que nous venons de la dépeindre. Quel bien ne ſeroit-ce pas pour le ſervice, d'avoir de bonnes compagnies de Sapeurs & de Mineurs exercés pour ſervir à toute main?

Matiere à réflexion & à exécution.

tout-à-fait chimériques, (1) quoique ce ne ſoit, en effet, qu'une grande mine, avec une galerie ou un rameau ordinaire. Je ne ſache pas qu'il s'en ſoit fait juſqu'ici plus de deux épreuves, l'une en 1753 dans une terre de M. le Maréchal Duc de Belle-Iſle, en Normandie, qui eſt celle dont je vais parler, (2) & l'autre en 1754, à Potſdam, en préſence du Roi.

---

(1) Lorſque cette épreuve fut annoncée au public, pour la premiere fois, elle étonna même les plus expérimentés dans le métier. Je ſais que pluſieurs Ingénieurs voulurent en chercher théoriquement la cauſe & l'effet. Je me ſouviens même que, dans ce temps-là, un Général, M. de F., habile homme d'ailleurs, me fit voir là-deſſus des deſſins qu'il avoit fait faire, où, pour crever des galeries ſouterreines juſqu'à quarante-deux pieds de diſtance du centre du fourneau du globe, il avoit imaginé de mettre la poudre à quarante-deux pieds de moindre réſiſtance ſous terre. *C'étoit vouloir agir bien ſûrement;* mais je pris la liberté de lui dire qu'il falloit, avec douze pieds de moindre réſiſtance, crever les galeries & les rameaux au moins juſqu'à quarante-huit pieds du centre des poudres. Il plia là-deſſus ſes deſſins, & ne dit plus mot.

(2) L'épreuve que je rapporte de M. de Belidor, ſe fit en 1753, en préſence du Miniſtre de la guerre, M. le C. d'Argenſon, de pluſieurs perſonnes des plus diſtinguées de la Cour & de l'armée, comme auſſi de quelques Officiers principaux des corps des Mineurs, de l'Artillerie & du Génie, qui dûrent faire à ce ſujet des procès-verbaux; c'eſt-à-dire qu'ils dûrent expoſer, chacun ſéparément, ce qu'ils en penſoient, & les conſéquences qui pouvoient en réſulter: mais comme M. de Belidor avoit dans le Corps du Génie & de l'Artillerie, plus d'ennemis que d'amis, *j'entends des ennemis par jalouſie de métier, à cauſe d'une vieille querelle qu'il eut autrefois avec M. de Valiere, au ſujet de la charge du canon & des bombes, dans un temps où M. de Valiere étoit regardé comme un phœnix; ce qui lui fit ôter ſon emploi de Profeſſeur de Mathématique à l'école de la Fere;* les ſentiments ſe trouverent partagés, & la nouvelle invention ne prit que chez ceux qui jugent des choſes ſainement, avec connoiſſance de cauſe, & ſans partialité. Je ne ſais que ſuperficiellement les raiſons qui furent apportées de part & d'autre; ainſi je me contenterai de rapporter tout ſimplement ce que M. de Belidor m'a écrit lui-même touchant ſon épreuve: ſur quoi j'ai fait le Plan, Fig. 6.

Extrait d'une Lettre de M. de Belidor au ſujet du Globe de compreſſion. A Paris, ce 11 Mars 1754.

Après avoir fait mention, comme il a

PLANCHE IV. Comme le plan de l'épreuve de M. de Belidor, Fig^e. 6e, n'a été fait que ſur le rapport noté ci-deſſous, j'eſpere qu'on n'exigera pas de moi d'entrer dans de plus grands détails qu'il

---

été noté plus haut, du ſecond objet de ſes épreuves, qui eſt de tourner ſubitement les contre-mines contre la Place même, M. de B. ajoute: » Le premier objet de » mes épreuves eſt de ſe faire jour par- » tout, par le moyen du globe de com- » preſſion, qui détruit & anéantit tous les » ouvrages avancés, renverſe les contref- » carpes dans le foſſé, ſans en approcher » que de douze ou quinze toiſes, & de » s'emparer du chemin couvert le mieux » contre-miné, ſans aucune action ſangui- » naire, & quelquefois de la Place mê- » me, comme il y en a un nombre en Eu- » rope dans ce cas-là.

» Ce que les nouvelles ont publié à cet » égard, n'a rien qui approche du but, » perſonne n'en ayant eu une parfaite » connoiſſance, pas même les Officiers » Généraux & les Capitaines de Mineurs » que M. le Comte d'Argenſon y avoit » appellés. J'ai héſité long-temps pour ſa- » voir ſi je m'expliquerois ſur une ma- » tiere auſſi importante: car j'oſe dire que » depuis l'invention de la poudre, on » n'en a point fait uſage d'une maniere » auſſi efficace. C'eſt pourquoi j'ai fait » part à M. le C. d'Argenſon des queſtions » que vous me faites dans votre lettre, » MONSIEUR, pour lui demander la per- » miſſion d'y répondre, ce qu'il m'a ac- » cordé de fort bonne grace, ne deſirant » rien avec plus d'ardeur que de contri- » buer à la ſatisfaction de Sa Majeſté le » Roi de Pruſſe, dont il préviendra tou- » jours les deſirs, &c.

» Voici, MONSIEUR, la réponſe à vos » queſtions.

» 1°. La ligne de moindre réſiſtance du » fourneau du globe de compreſſion, étoit » de douze pieds, priſe du centre des » poudres.

» 2°. Le fourneau étoit entouré de » quatre galeries contiguës, formées ſur » un plan incliné de ſix pieds, c'eſt-à-dire » que le rez-de-chauſſée alloit enſemble à » ſix pieds d'inclinaiſon, depuis l'entrée » de la premiere galerie, juſqu'à la ſor- » tie de la quatrieme, afin qu'il s'en ren- » contrât au-deſſus & au-deſſous du cen- » tre du fourneau. Elles avoient toutes ſix » pieds de hauteur & une profondeur » moyenne de quinze pieds, ſur trois de » largeur; les unes bien revêtues de ma- » çonnerie, & les autres en bois ſeule- » ment, dans un terrein de tuf fort dur & » par-tout homogene.

» 3°. Il y avoit, de plus, une galerie » qui paſſoit diagonalement ſous le four- » neau, à quatorze pieds de diſtance, » pour voir ſi la poudre feroit ſon effet » autant en-deſſous qu'en-deſſus. *Il eſt probable que cette galerie alloit de D en B comme elle eſt ponctuée en la Fig. 6.*

» 4°. Des quatre galeries, la premiere » étoit éloignée de vingt-quatre pieds du

n'eſt entré lui-même ; & d'ailleurs la choſe me paroît expliquée aſſez clairement. Je n'ai point fait non plus de profil de

» centre du fourneau, *comme celle de A en* » *B*. La ſeconde, *de B en C*, de trente pieds. » La troiſieme, *de C en D*, de trente-ſix » pieds ; & la quatrieme, *de D en A*, de » quarante-deux pieds.

» 5°. Le fourneau devoit être chargé, ſelon mon principe, de trois mille » ſix cents livres ſeulement, pour ménager des maiſons qui étoient fort près. » J'avois annoncé que toutes les galeries » ſeroient crevées par la compreſſion que » la poudre ſeroit dans le terrein, & que » l'entonnoir auroit ſoixante-ſix pieds de » diametre ; ayant mis le feu au fourneau, » il forma un entonnoir de ſoixante-ſept » pieds de diametre parfaitement bien » nettoyé, ſur dix-ſept pieds de profondeur.

» 6°. La premiere galerie, éloignée de » vingt-quatre pieds, a été crevée ſur toute » ſa longueur, quoiqu'elle fût fort bien » maçonnée, & qu'elle eût douze toiſes. » La ſeconde, à trente pieds de diſtance & de dix toiſes de longueur, a été » crevée ſur la longueur de huit toiſes. La » troiſieme, éloignée de trente-ſix pieds, » longue de douze toiſes, a été crevée » dans le milieu ſur la longueur de neuf » toiſes. La quatrieme, éloignée de quarante-deux pieds, a été crevée ſur la » longueur de huit toiſes, de dix qu'elle » en avoit ; & celle qui paſſoit ſous le » fourneau, qui avoit quatorze toiſes, » a été crevée ſur la longueur de dix toiſes.

» 7°. L'on tire de cette épreuve deux » conſéquences également eſſentielles. La » premiere, que la quatrieme galerie eût » été crevée, ſi elle s'étoit trouvée à quarante-huit pieds, au-lieu de quarante-deux ; la ſeconde, que celle qui paſſoit » ſous le fourneau, auroit été également » crevée, ſi elle avoit été à trente-huit » pieds plus baſſe que le fourneau, au-lieu » de quatorze, c'eſt-à-dire, à cinquante » pieds de profondeur ſous l'horiſon ; ce » qui ſe démontre parfaitement à l'aide » des Figures.

» 8°. L'on conclut, en ſuivant les mêmes principes, que le fourneau étant » chargé convenablement, il crevera des » galeries de mines au quadruple de la » ligne de moindre réſiſtance : alors le » diametre de l'entonnoir ſera ſextuple ; » c'eſt-à-dire que ſi le fourneau avoit eu » trois mille ſix cents livres de poudre, » il eût crevé à la ronde des galeries à » quarante-huit pieds, & que l'entonnoir » auroit eu ſoixante & douze pieds de » diametre, au-lieu de vingt-quatre, ſelon le préjugé ordinaire, & même » moins, ſelon ce même préjugé, qui eſt, » que plus une mine eſt chargée au-deſſus » de ce qu'elle doit être, plus l'entonnoir » eſt au-deſſous du double de la ligne de » moindre réſiſtance ; au-lieu qu'il arrive » le contraire, comme je l'avois annoncé » nombre d'années auparavant, dans une » nouvelle théorie des mines, qui comprend toutes les recherches que l'on

cette Figure, dont on peut aiſément ſe faire une idée en voyant la Figure 7e., faite à-peu-près à l'imitation de celle de M. de Belidor.

Epreuve du globe de compreſſion faite à Potſdam devant le Roi en 1754.

Voici, Figure 7e, l'épreuve du globe de compreſſion que j'ai fait par ordre du Roi en 1754. Comme le terrein dans lequel j'ai travaillé n'étoit qu'un ſable mouvant, j'ai jugé qu'un ſemblable terrein ſeroit à la vérité plus ſuſceptible de compreſſion que celui de tuf, dans lequel M. de Belidor a fait ſon épreuve; mais j'ai jugé en même-temps que la ligne de réſiſtance réſiſteroit moins à proportion dans le ſable que dans une terre dure & homogene : c'eſt pourquoi je me ſuis déterminé à mettre le centre de mes poudres à quinze pieds ſous terre, au-lieu de douze, comme avoit fait M. de Belidor. (1) Mon fourneau n'étoit environné que de trois galeries, dont une à vingt-quatre pieds du foyer de la mine, une à trente-deux pieds, & la troiſieme à quarante-deux pieds : toutes les trois formant enſemble trois côtés d'un quarré long. J'avois, outre cela, à trente-ſix pieds de profondeur ſous terre, une quatrieme galerie, dont le ciel ſe trouvoit préciſément à ſeize pieds ſous les poudres. Elles avoient toutes cinq pieds de hauteur ſur trois de largeur dans œuvre. (2)

PLANCHE IV.

Le terrein dans lequel je travaillois, alloit en inclinant de cinq pieds trois pouces ſur cent pieds. Les galeries des côtés avoient chacune cent & deux pieds de longueur. Celle d'en-haut n'en avoit que ſoixante, & étoit à la profondeur de vingt pieds. Elle

---

» peut faire ſur ce ſujet, que je puis dire » n'avoir point encore été connues juſ- » qu'ici.

(1) M. de Belidor m'écrivit là-deſſus : » Vous avez penſé fort judicieuſement de » placer votre fourneau à quinze pieds de » profondeur, au-lieu de douze, vu le peu » de conſiſtance du terrein."

(2) En cela il eſt évident que mes galeries étoient beaucoup plus fortes que celles de M. de Belidor, qui avoient ſix pieds de hauteur.

Digitized by Google

étoit horiſontale ſur la longueur de ſoixante & dix pieds, après quoi elle remontoit un peu ſur celle des trente-deux pieds reſtants, juſqu'à l'entrée pratiquée dans un foſſé fait en guiſe de Tranchée : c'eſt-à-dire, comme on le voit au profil, Figure 9e, qu'on entroit par le foſſé C, dans la galerie, où l'on deſcendroit juſqu'en X, pour marcher enſuite horiſontalement & en ligne droite juſqu'au puits b. La galerie à gauche, auſſi de cent & deux pieds de longueur, n'étoit qu'à ſeize pieds de profondeur du côté du puits, & par-tout de niveau juſqu'à ſon entrée dans le foſſé. Enfin, j'avois fait la diſpoſition des trois galeries pour avoir des différentes hauteurs de terre en tout ſens & de tout côté.

La Figure 8e. marque le profil de la petite galerie A B, Figure 7e., avec les puits de chaque côté, chacun ſuivant ſa profondeur. NB. Que j'avois fait faire dans chaque puits un petit eſcalier de bois, pour monter & deſcendre d'une galerie à l'autre. PLANCHE IV.

La partie F g, Figure 11e., marque le profil de la galerie la plus profonde ſous le fourneau du globe.

A l'exception d'une partie de la galerie B C, maçonnée & voûtée à plein ceintre depuis B juſqu'en D, tout le reſte étoit coffré de bois, à cauſe du terrein ſablonneux dans lequel j'ai déja dit que j'étois obligé de travailler.

Tout ceci n'étoit que pour repréſenter des contre-mines, telles à peu-près qu'elles ſont devant une Place. Il falloit, en outre, une mine dans le milieu, pour les détruire, ſinon en tout, au moins en très-grande partie ; ce qui étoit le véritable objet de l'épreuve : & c'eſt cette mine que l'on appelle *le Globe de compreſſion.* J'avois fait en ſorte qu'on y arrivât par un rameau ordinaire plus bas & plus étroit que les autres, lequel avoit auſſi

ſon entrée dans le foſſé. La chambre de mines qui tenoit au retour le plus avancé de ce rameau, formoit un cube de quatre pieds & quelques pouces dans œuvre, comme il ſe voit à la lettre K des Figures 7e. & 10e. NB. Que dans la Figure 10e. h, marque en profil l'entrée du rameau ; i, ſon retour le plus avancé dans les terres, & K, la chambre de mines. Je dis i, le retour le plus avancé dans les terres, pour le diſtinguer de l, & de ſon fourneau m, repréſentés L, M, dans la Figure 7e. ; j'avois mis ce fourneau à trente pieds du grand, & à-peu-près à la même profondeur, voulant voir ce qui en ſeroit, après que la grande mine auroit joué. Il étoit probable que, quoi qu'il en fût, la poudre du petit fourneau ne s'anéantiroit pas, non plus que celle de ſon fauciſſon, à moins que le feu ne prît en même-temps aux deux mines ; mais j'avois pris mes meſures pour que cela n'arrivât pas. Nous verrons bientôt ce qui en réſulta. (1)

Je fis donc mettre la poudre deſtinée pour la grande mine dans une caiſſe cubique d'environ quatre pieds ; les morceaux rapportés dont elle fut faite, s'ajuſterent très-bien dans la chambre préparée pour les recevoir. (2) Je chargeai mon fourneau de trente

(1) M. de Belidor n'a pas fait ce ſupplément d'épreuve, qui pourtant lui auroit été eſſentiel, à cauſe des objections qu'on auroit pu lui faire, & aux quelles il me ſemble qu'il auroit dû s'attendre.

(2) Voici ce que M. de Belidor m'écrivit à ce ſujet, dans une lettre du 27 Avril 1754. » L'on peut, pour ne point anticiper ſur le ciel du fourneau, faire des » coffres plats, ayant pour baſe un » quarré ; en ſorte que la hauteur ne ſoit » que moitié ou quart du côté du quarré, » & faire le pourtour par morceaux en » forme de chaſſis, pour les poſer les uns » ſur les autres, à meſure qu'on les remplit de poudre. Autrement le coffre ne » pourroit point paſſer dans le rameau, » s'il étoit d'une ſeule piece. Alors, ſans » étançonner au-deſſus des poudres, on » y gliſſe deux rangs de madriers de trois » ou quatre pouces chacun, afin que tout » ſoit plein ; car il y a bien de la diffé» rence entre la réſiſtance des terres vierges & celles de rapport. C'eſt pourquoi il

trente quintaux de poudre. (1) Comme il reſtoit après cela environ un pouce & demi de vuide dans la caiſſe, je fis étendre

» il ne faut diminuer la ligne de moindre » réſiſtance que le moins qu'il eſt poſſi- » ble. Enſuite la réſiſtance de l'athmoſ- » phere jointe à la force d'inertie, donne » à la poudre la faculté de comprimer » par les côtés juſqu'au quadruple de la » ligne de moindre réſiſtance."

(1) M. de Belidor me marque dans la lettre dont eſt l'extrait noté ci-devant: » Vous ne me parlez pas, MONSIEUR, » de la quantité de poudre dont vous » vous propoſez de charger votre four- » neau; mais vous ne pouvez vous diſ- » penſer d'y en mettre au moins trois » mille ſix cents livres."

Il m'écrivit en un autre endroit.

» Je prétends que, quand le fourneau eſt » chargé convenablement à l'effet qu'on » ſe propoſe, la compreſſion s'étend, à » la ronde, à la diſtance du quadruple » de la ligne de moindre réſiſtance. C'eſt- » à-dire, par exemple, que placé dans » l'intervalle d'une galerie d'écoute à l'au- » tre, ſi elles ſont éloignées de vingt toi- » ſes & que le fourneau ſoit au-milieu, à » quinze pieds de profondeur, qui eſt » le quart de dix toiſes, moitié de vingt; » alors dans un bon terrein, ce fourneau » doit être chargé de quatre mille cinq » cents livres de poudre. En ſuivant cette » formule générale, triplez la ligne de » moindre réſiſtance exprimée en pieds, » & multipliez le produit par cent, vous » aurez la quantité de poudre qu'il faut » pour le charger; & dans ce cas, l'en- » tonnoir ſera ſextuple de la ligne de » moindre réſiſtance, c'eſt-à-dire de qua- » tre-vingts-dix pieds."

Suivant cette formule de M. de Belidor, il me paroit que le centre de mes poudres étant à quinze pieds de moindre réſiſtance, le diametre de mon entonnoir auroit dû être ſextuple, ou de quatre-vingts-dix pieds, au-lieu qu'il n'a été que de ſoixante-ſix pieds; ce qui fait une grande différence; mais auſſi il y a de la différence entre quatre mille cinq cents livres de poudre & trois mille trois cents livres; ce qui eſt ſans doute la cauſe pour laquelle mes galeries n'ont été crevées qu'à la diſtance de quarante-huit & cinquante-deux pieds, au-lieu de ſoixante, ſi mon fourneau eut été chargé d'une quantité de poudre proportionnée à ſa ligne de moindre réſiſtance, ſuivant la formule précédente.

De ce principe découlent naturellement les réflexions ſuivantes. Connoiſſant à quelle diſtance on eſt d'une galerie de contre-mines, on ſaura combien il faut de poudre ſous terre. On ſaura conſéquemment que tel volume de poudre proportionné à telle ligne de moindre réſiſtance, doit crever les galeries & les rameaux à telle diſtance, & que l'entonnoir de la mine doit avoir telles & telles dimenſions. S'il y a quelques ouvrages, comme des redoutes, des traverſes, un retranchement ou une enveloppe à portée, on jugera ſûrement de ce qui doit leur arri-

ſur la poudre, un lit de paille bien ſeche, & j'affermis bien le couvercle de la caiſſe par-deſſus tout. Je fis gliſſer enſuite, entre

ver en faiſant jouer la mine. M. de Belidor continue à me marquer dans ſa lettre du 27 Avril : » Après l'effet de votre mi» ne, vous tirerez de juſtes conſéquences » de ce qui fut arrivé, ſi vos galeries » avoient été plus éloignées, dont vous » me flattez de me faire part. Comme » je ſuis actuellement rempli des effets de » la poudre dans les mines & le canon, » je ſerai charmé, MONSIEUR, d'entre» tenir avec vous une étroite correſpon» dance ſur ce ſujet, & je vous commu» niquerai ſans réſerve, ce que mes épreu» ves & mes réflexions ont pu m'appren» dre de nouveau, ne deſirant rien avec » plus d'ardeur que de contribuer à la ſa» tisfaction d'un Prince, *le Roi de Pruſſe*, » qui en ſait faire un ſi bon uſage. Je » vous prie de lui préſenter de ma part » la lettre que je prends la liberté de lui » écrire, en lui marquant mon reſpec» tueux attachement & ma profonde vé» nération.

» Pour vous, MONSIEUR, je vous pro» teſte que votre émulation me touche vi» vement, & que vous me trouverez tou» jours diſpoſé à répondre à tout ce qui » pourra vous faire plaiſir.

Quelque temps après mon épreuve faite, il m'écrivit ce qui ſuit.

A Paris, ce 31 Mai 1754 » J'ai reçu, » MONSIEUR, la lettre que vous m'avez » fait l'honneur de m'écrire le 7 du cou» rant, avec les plans & profils de votre » épreuve. Je vous fais de bon cœur mon » compliment ſur le ſuccès qu'elle a eue; » ce qui ne peut venir que de la préci» ſion que vous avez apporté dans la » conſtruction des galeries qui ont été » fort bien ménagées. Vous avez ſans » doute tiré cette conſéquence, que ſi elles » avoient été éloignées du fourneau, du » quadruple de la ligne de moindre ré» ſiſtance, c'eſt-à-dire de ſoixante pieds, » elles euſſent toutes été crevées, mais, » à la vérité, ſur moins de longueur » qu'elles ne l'ont été dans votre épreu» ve, puiſque le rayon du globe de com» preſſion s'eſt étendu, quoiqu'oblique» ment, juſqu'à cinquante-deux pieds. Et » vous n'avez pas laiſſé que de crever » vos galeries ſur ſoixante & quatorze » pieds de longueur, qui eſt un effet pro» digieux, & d'enfoncer celle qui paſſoit » ſous le fourneau. Cette opération vous » fait beaucoup d'honneur. Je ne doute » pas que Sa Majeſté ne veuille en voir » davantage, & ne faſſe exécuter la ſe» conde qui a eu lieu à Biſſy.

» Je ſuis très-reconnoiſſant des bontés » qu'elle me marque; & rien ne peut égaler » la paſſion que j'ai de lui plaire. Je prends » la liberté de répondre par cet ordinaire » aux deux lettres dont elle m'a honoré. » Je vous eſtime fort heureux de pouvoir » opérer ſous ſes yeux.

» J'ai l'honneur d'être, &c.

Les épreuves que M. de Belidor a fait ſur les mines, auront indubitablement fait

Digitized by Google

la caiſſe & le ciel de la chambre, des bouts de poutrelles & de madriers fort ſerrés les uns contre les autres; & devant la caiſſe, une groſſe porte arcboutée horiſontalement avec des bouts de poutrelles, le tout mêlé de terre & de gazons bien foulés. L'auget & la ſauciſſe y furent mis avec toutes les précautions poſſibles.

J'avois auſſi fait charger le petit fourneau avec autant de précaution que le grand, en obſervant, comme il ſe voit en la Figure ſeptieme, de faire paſſer l'auget de l'un à droite, & celui de l'autre à gauche du rameau. Je fis enſuite bourrer le tout, avec des gazons que les ouvriers ſe donnoient de mains en mains, juſqu'à dix-huit pieds de l'entrée du rameau; ce qui fit plus de quarante-huit pieds de bourrage, depuis le grand fourneau juſqu'au point où l'on devoit mettre le feu à la mine.

Sur chacun des deux puits A, B, Figure ſeptieme, j'avois

---

en France, autant de bruit que celles qu'il fit en 1740, par ordre du Roi, ſur la charge du canon; & il me ſemble voir l'émotion que cela aura cauſé parmi les gens du métier; cependant les choſes étant par elles-mêmes, ce qu'elles ſont, ce ne ſera pas les raiſonnements des différents partis qui les feront pires ou meilleures. On ſait qu'elles ont leur bon & leur mauvais côté; mais ſi l'un prévaut de beaucoup ſur l'autre, pourquoi voit-on des gens s'entêter ſi fort de cet eſprit de parti qui d'ordinaire fait un ſi grand tort aux arts & aux ſciences. On juge bien que ces choſes-là ne ſont pas pratiquables en tout temps, en tous lieux & en toute occaſion; mais peut-on diſconvenir qu'il n'y en ait beaucoup, où de telles mines bien appliquées ne faſſent un très-grand effet, & même, ſelon les circonſtances, un effet déciſif, comme nous l'avons vu au dernier ſiege de S***. J'ignore quelles ont été les raiſons pour & contre l'épreuve de M. de Belidor, parce que je ſuis dans un coin de la terre où elles ne peuvent guere parvenir à ma connoiſſance. Cependant, comme partie intéreſſée, à cauſe de l'épreuve que j'en ai fait, même dans le ſérieux, j'oſe eſpérer qu'il me ſera permis d'en faire les applications, & d'en tirer toutes les conſéquences que je pourrai. Qu'on me juge après cela comme l'on voudra, j'aurai au moins fait ce que j'ai dû faire.

fait mettre un couvercle chargé d'un pied & demi de terre. J'avois auſſi fait de A en B, ſur la petite galerie, un glacis de ſes propres terres.

La mine joue en préſence de Sa Majeſté.

Lorſque tout fut achevé, Sa Majeſté vint voir jouer la mine. Elle donna elle-même le ſignal pour y mettre le feu ; ce qui produiſit une gerbe de terre & de pouſſiere fort haute. L'entonnoir ſe trouva de ſoixante-ſix pieds de diametre ſur dix-huit de profondeur, bien nettoyé, & ſans aucun éboulis. Sa forme étoit préciſément comme elle eſt marquée au profil, Figure onzieme. La galerie a b, Figure douzieme, fut crevée entiérement, & les chaſſis des puits de chaque côté furent jettés de beaucoup hors de leur à-plomb. La galerie a e fut crevée ſur la longueur f g, de ſoixante & quatorze pieds, & juſqu'à quarante-huit pieds du centre du fourneau. NB. Qu'elle étoit à peu-près de niveau avec le centre des poudres. La galerie b c fut crevée du côté de la maçonnerie, juſqu'en h, à quarante-deux pieds du centre du fourneau ; & des neuf pieds reſtants depuis h juſqu'en b, il y en eut cinq ou ſix jettés hors de leur à-plomb de plus de ſix pouces. La rupture, du côté de l'encaiſſement, s'étendit juſqu'en i. Enfin, la galerie la plus baſſe f g fut crevée juſqu'à trente-huit pieds du centre des poudres, comme le profil, Figure onzieme, le montre fort diſtinctement.

Après avoir ainſi fait jouer la grande mine, je fis mettre le feu à la petite, qui ne fit que ſouffler dans le grand entonnoir, avec ſi peu d'effet, que nous fûmes quelques moments en doute, ſi elle avoit joué ou non. La raiſon en eſt fort naturelle. Il étoit reſté fort peu de réſiſtance du côté de l'entonnoir, & la terre étoit déja meurtrie par la compreſſion de la grande mine.

Application du globe de compreſſion à l'attaque des Places.

Après des épreuves auſſi authentiques que celles de M. de Belidor & les miennes, après m'être ſervi avec aſſez de ſuccès

du globe de compreſſion dans un ſiege des plus critiques, on ne peut diſconvenir des avantages qu'on auroit lieu de ſe promettre d'une certaine quantité de poudre employée à cet uſage. Il n'eſt queſtion que de ſavoir comment & en quelle occaſion il eſt bon de s'en ſervir.

Ce n'eſt guere que contre une Place contre-minée que l'on employe les mines dans un ſiege ; & c'eſt particuliérement contre les galeries & les rameaux d'une telle Place que l'on doit faire uſage du globe de compreſſion. Si les contre-mines s'étendoient fort loin en-avant de la crête du glacis, il faudroit ſans doute plus de globes que ſi elles n'alloient qu'à quelques toiſes du chemin couvert. (1) Servons-nous pour exemple de la Figure treizieme. Le petit entonnoir C qui aura joué vers la tête des ſapes, marquera diſtinctement que les mines de la Place s'étendent juſqu'à vingt toiſes de la crête du glacis ; ou bien on le ſait ſûrement d'ailleurs ; mais c'eſt auſſi tout ce que l'on ſait, n'ayant aucune connoiſſance de leur profondeur, ni de leur diſtribution ſous le glacis. Cela poſé, on fera en A, ſous le parapet de la tranchée, une entrée pour un rameau juſqu'en B, à quinze ou ſeize pieds ſous les terres du glacis. Si l'entonnoir C étoit aſſez grand pour s'y loger, le chemin pour arriver aux endroits preſcrits ſeroit à proportion plus court ; & même pour être plus ſûr de ſon fait, ne pourroit-on pas marcher par des chemins différents, & s'en tenir à celui qui meneroit le plutôt au but. Il eſt toujours avantageux, pour quelque mine que ce PLANCHE IV.

(1) Les contre-mines de la plupart des Places de l'Europe ne vont guere à plus de dix toiſes de la paliſſade, à moins que ce ne ſoient des ouvrages fait tout nouvellement, comme ceux de la belle-croix à Metz, & quelques autres ſur leſquels je me tais. Combien y en a-t-il qui ne s'étendent que juſqu'à ſept ou huit toiſes.

ſoit, de faire un retour à l'extrémité du rameau ; & dans ce cas-ci, la chambre qui tiendroit au retour devroit être d'une grandeur proportionnée à la quantité de poudre qui devroit y entrer. Qu'il y faille, par exemple, quatre mille cinq cents livres de poudre ; ſachant que ſoixante pieds font un pied cube, on diviſe quatre mille cinq cents par ſoixante, pour avoir ſoixante & quinze, donc la racine cubique eſt à-peu-près de cinquante-un pouces pour chaque côté de la caiſſe dans œuvre, & cette caiſſe ſe fait de morceaux préparés, comme je l'ai dit précédemment.

Précautions à prendre dans les Tranchées avant de mettre le feu à la mine.

Au moment où l'on voudra mettre le feu à la mine, on fera retirer le monde des Tranchées les plus avancées, juſqu'à deux cents ou trois cents pas en-arriere ; car comme l'effet doit être prodigieux, il ſeroit à craindre que ceux qui en ſeroient près ne s'en reſſentiſſent ; mais auſſi lorſque la mine aura joué, on ramenera bien vîte les troupes à leurs poſtes. Si, comme je le ſuppoſe, la ligne de moindre réſiſtance eſt de quinze pieds, & la charge du fourneau à proportion, ſelon la formule ci-devant notée, on ſera ſûr que les galeries & les rameaux de l'ennemi ſeront crevés ſous terre, à dix toiſes aux environs, & que l'entonnoir aura quatre-vingt-dix pieds de diametre.

S'il ſe trouvoit quelques mines chargées & bourrées à trente-cinq ou quarante pieds du fourneau, je conviens que l'aſſiégé pourroit toujours y mettre le feu ; mais quel autre effet cela produiroit-il que de ſouffler dans l'entonnoir, & de brûler quelques malheureux qui ſe trouveroient préciſément ſur la mine ?

Le globe ſuppoſé, comme je viens de le dire, ſous une ligne de quinze pieds & dans un bon terrein, toute mine & galerie de niveau, ou à-peu-près de niveau avec le centre des poudres du grand fourneau, doivent néceſſairement être découvertes

à la distance de vingt-cinq ou trente pieds ; ce qui fait que l'on n'auroit rien à craindre à cette distance : savoir même si le feu ne prendroit pas en même-temps aux mines qui avoisineroient de trop près.

Peut-être se trouvera-t-il quelques bouts de galeries ou de rameaux crevés qui donneront la facilité de fouiller, pour s'emparer du reste, & s'en servir en guise de tranchée ; ce qui est d'une très-grande conséquence pour le progrès des attaques ainsi que nous l'avons vu auparavant.

Que s'il ne se trouvoit, dans l'entonnoir B, aucun vestige des contre-mines de la Place, de ce même entonnoir, après y avoir fait les logements & banquettes nécessaires, on perceroit un nouveau rameau le plus avancé sous le chemin couvert qu'il seroit possible, la chambre de mines toujours à quinze pieds de moindre résistance. Alors l'effet de cette seconde mine s'étendroit jusques aux ouvrages à portée d'être atteints par les rayons du globe, comme ici jusqu'à la lunette E, ou autre à-peu-près pareille, fleches, retranchements, envelopes, redoutes, traverses, &c. PLANCHE IV.

Dans le cas où le chemin couvert seroit étroit, de maniere que la compression pût atteindre au mur de la contrescarpe, elle le renverseroit immanquablement dans le fossé ; par où l'on voit combien des attaques de cette nature épargneroient d'actions sanguinaires auxquelles on seroit obligé d'en venir pour se rendre maître, comme on a fait jusqu'ici, des chemins couverts & des ouvrages quelconques qui se sont trouvés dans leur terre-plein.

Peut-être ne sera-t-il pas aisé de placer le fourneau précisément à l'endroit propre à l'effet que l'on en attend ; mais que ce soit un peu plus à droite ou un peu plus à gauche de la

capitale, pourvu que l'on ne commence pas de trop loin, cela revient preſqu'au même, puiſqu'on dirige les approches en conſéquence. Que ce ſoit pour quatre cents cinquante livres de poudre ou ſeulement pour cent livres, les dimenſions du rameau & de ſon retour ſont toujours les mêmes; il n'y a que la chambre qui doit être plus grande à proportion de la quantité de poudre qui doit y entrer. Pour le bourrage d'une telle mine, on doit le faire à raiſon de la charge du fourneau & de ſa ligne de moindre réſiſtance (1). Il n'eſt pas douteux qu'il ne faille pour cela du temps, & qu'il n'y ait du riſque; mais auſſi quelle comparaiſon y a-t-il à faire entre des effets auſſi prodigieux que le ſont ceux d'une telle mine, & ce que l'on a à craindre des contre-mines ordinaires d'une Place. J'en fais juges les plus expérimentés dans le métier, pour peu qu'ils ayent de connoiſſance de la mine dont il eſt ici queſtion.

La Figure 13e. & ſon profil font voir la maniere dont la lunette E a dû être ouverte par le ſecond globe D. Il en ſera de même de tout autre ouvrage pour peu que la compreſſion puiſſe y atteindre.

Maniere de ſe rendre maître des ouvrages de la Place par le moyen du globe de compreſſion.

Après avoir enlevé le chemin couvert & renverſé la contreſcarpe dans le foſſé par le moyen du globe de compreſſion ou autrement, il faut aller encore plus loin. On a devant ſoi une enveloppe,

(1) Je voudrois qu'on éprouvât de ne bourrer, dans une galerie de ſoixante pieds, que vingt pieds, & cela de maniere que le bourrage finit à l'entrée de la galérie, pour avoir quarante pieds de vuide juſqu'au grand fourneau. Je préſume qu'indépendamment de la compreſſion, il s'enſuivroit l'enlevement des terres au moins de toute la partie vuide de la galerie ou du rameau, ce qui feroit une très-bonne communication. Qu'il y auroit de belles épreuves à faire là-deſſus, pour peu qu'un grand Prince voulût s'y prêter & en faire la dépenſe.

enveloppe, une contre-garde qui couvrent une demi-lune ou un baſtion. Voyez la Figure premiere de la Planche V. Je ne parle point ici de paſſage de foſſé, & je n'ai aucun égard à ce qu'il ſoit ſec ou plein d'eau; mais je paſſe tout de ſuite au logement ſur la brêche, de quelque maniere que ce ſoit, pour y attacher le Mineur, qui s'enfonce dans la maſſe de l'ouvrage à proportion de ſa grandeur & de ſon épaiſſeur. PLANCHE V.

La contre-garde que je donne ici pour exemple, n'a pas beaucoup de largeur, ainſi il ne ſera pas beſoin de s'enfoncer extrêmement dans les terres. Qu'on y faſſe un rameau de vingt-quatre pieds avec un petit retour & une chambre aſſez grande pour contenir la poudre que l'on y veut mettre, c'eſt bien tout ce qu'il faut. Enſuite, avec une charge proportionnée à la maſſe que l'on veut enlever en tout ſens, on ouvrira l'ouvrage par le milieu, de part en part, comme il ſe voit en la Figure. Pour peu que le fourneau approche du niveau du fond du foſſé, il n'eſt pas douteux que la partie où il ſe trouve placé ne ſoit enlevée juſqu'au fondement: ainſi la même batterie de brêche qui auroit ſervi pour la contre-garde ſerviroit tout de ſuite pour battre la partie du baſtion. Le paſſage de la contre-garde à la brêche du baſtion ſe fera à la maniere ordinaire. (1)

(1) On peut, à l'aide des Figures, ſe repréſenter une batterie ſur la crête du glacis, pour faire brêche à une contre-garde de peu d'épaiſſeur. Qu'on ſe repréſente après cela, une excavation faite de part en part dans cette même contre-garde, par le globe de compreſſion, de maniere qu'une partie de la face du baſtion ſoit tout-à-fait découverte, on jugera ſans difficulté, qu'avec cette même batterie, on peut battre d'abord le baſtion en brêche. Le paſſage ſe trouve déja fait au travers de la contre-garde; & quand bien même il y auroit encore quelque choſe à déblayer, je ne vois point d'endroit dans toute l'attaque où l'ouvrier ſoit plus en ſûreté pour travailler.

Cas d'un Cavalier ſur un baſtion à enlever.

Suppoſons le cas d'un baſtion où il y auroit un Cavalier dont il ſeroit difficile & peut-être dangereux de ſe rendre maître, même après avoir occupé la brêche. Le paſſage du foſſé fait, ainſi que le logement ſur cette brêche, à la maniere ordinaire, on s'enfonce dans les terres, autant qu'il faut, pour enlever le Cavalier, & faire dans la maſſe de l'ouvrage une ouverture prodigieuſe; après quoi, je ne crois pas que ceux de la Place penſent encore à ſe défendre. Dans cet exemple, pour enlever le Cavalier & faire l'ouverture que je viens de dire, il n'eſt queſtion que de marcher une quarantaine de pieds en rameau, de charger & de bourrer la mine pour l'effet que l'on veut qu'elle faſſe.

Je rapporte peu d'exemples de l'uſage qu'on peut faire du globe de compreſſion, mon deſſein étant d'en faire des applications particulieres lorſque je continuerai de traiter de l'attaque & de la défenſe des Places. En attendant, chacun peut l'appliquer aux Places qu'il voudra de ſa connoiſſance.

L'avantage eſſentiel de cette maniere de miner étant de n'avoir beſoin que de douze ou quinze pieds de terre, pour détruire tout ce qui peut ſe rencontrer à quarante-huit ou cinquante pieds aux environs, tant au-deſſus qu'au-deſſous, je ne vois pas de raiſon à ſe refuſer à un bien auſſi marqué. On peut s'en ſervir dans un terrein bas comme dans un terrein haut. Même où il n'y auroit que cinq ou ſix pieds de terre, on peut compter ſur un effet à proportion de la charge du fourneau. Je voudrois là-deſſus quelques épreuves qui déterminaſſent le fond qu'il y auroit à faire ſur toutes ces choſes-là.

Maniere de détruire le ſyſtême de M. de Valiere par le moyen du globe de compreſſion.

Je reviens encore une fois aux contre-mines de M. de Valiere, pour dire que, ſi l'on n'avoit à faire qu'à de tels ouvrages, comme ils ne s'étendent guere qu'à trente pieds de la crête

du glacis, un globe placé convenablement, & chargé d'une quantité de poudre ſuffiſante, enleveroit d'un ſeul coup, quinze ou dix-huit fourneaux mêlés de ſes trois étages. Voici comment. Sachant l'emplacement & la diſpoſition de ſes fourneaux, dès qu'on ſeroit arrivé avec les tranchées ou les ſapes, à environ ſoixante pieds de la crête du glacis, on attacheroit le Mineur pour y faire un puits de ſeize ou vingt pieds de profondeur; & du fond de ce puits, l'on marcheroit avec un rameau quelconque, pour tâcher de gagner le deſſous des fourneaux du plus bas étage. Voyez, en ſuivant la pente du glacis marquée dans la Figure 10e. de la Planche I, le puits A B de ſeize pieds de profondeur, & à dix toiſes de la crête du glacis. Le rameau B C, de vingt pieds de longueur, va un peu en deſcendant, pour gagner d'autant le deſſous du fourneau L. Par-là le fourneau de la grande mine C, ſe trouve à vingt-ſix pieds ſous les terres du glacis, & cinq ou ſix pieds plus bas que le fourneau de contre-mine du plus bas étage. PLANCHE I.

Suivant la formule, à raiſon de vingt-ſix pieds de moindre réſiſtance, ce ſeroit, pour le plus grand effet que l'on voudroit que la mine fît, une charge de ſept mille huit cents livres de poudre qu'il y faudroit, quoiqu'on pût très-bien réduire cette charge à une moindre quantité, & en venir pourtant à un effet réduit à telle proportion que l'on voudroit. Par exemple, le fourneau du globe étant, comme nous le ſuppoſons, à vingt-ſix ou vingt-huit pieds de profondeur ſous terre, pour ce que l'on prétendroit d'une telle mine, il ne ſeroit pas abſolument néceſſaire que la compreſſion s'étendît juſqu'au quadruple de la ligne de moindre réſiſtance, ni que l'entonnoir fût ſextuple de cette ligne; mais il faudroit plutôt calculer & dire: je veux être ſûr de l'effet de la mine juſqu'à cinquante ou ſoixante pieds tout à l'en-

tour, tant en-deſſus qu'en-deſſous ; mais pour cela, je n'ai beſoin de ſuivre la formule qu'à raiſon de douze ou quinze pieds de réſiſtance ; ce qui réduira la charge de mon fourneau à trois mille ſix cents ou à quatre mille cinq cents livres ; le tout à proportion de ce que je veux diminuer l'effet entier du globe. Par là je ſuis ſûr de l'effet juſqu'à cinquante ou ſoixante pieds en tous ſens, & j'aurai un entonnoir depuis ſoixante & douze juſqu'à quatre-vingts-dix pieds de diametre ; ce qui eſt plus que ſuffiſant dans le cas dont il eſt ici queſtion. De cette maniere, en épargnant plus de la moitié de la poudre qu'il me faudroit, ſelon la formule, je remplirai mon objet, & même j'irai, autant que je voudrai, au-delà. Je puis m'approfondir autant que je le juge à propos, pour gagner le deſſous des contre-mines, ſans que pour cela je ſois obligé de charger mon fourneau d'une quantité immenſe de poudre, m'étant libre, comme je viens de le dire, d'augmenter & de diminuer la charge à proportion de l'effet que je voudrois que la mine fît.

L'ouvrage d'un puits de ſeize pieds de profondeur, & d'un rameau long de vingt ou de vingt-cinq pieds, ne ſont pas non plus des choſes ſi exceſſives. Même, au-lieu de puits, on pourroit deſcendre par une galerie qui auroit ſon entrée ſous le parapet de la Tranchée, juſqu'au point où l'on voudroit établir le fourneau du globe ; ce qui ſe feroit à quatre-vingts pieds de la crête du glacis, au-lieu de ſoixante, comme je l'ai dit plus haut. Tout cela ſe démontre parfaitement, à l'aide des Figures.

Selon le ſyſtême de M. de Valiere, les fourneaux les plus près de la Place doivent jouer les premiers ; il eſt donc probable qu'on ne ſera pas inquiété dans la conſtruction des puits ou des galeries quelconques ; & l'on eſt ſûr que la mine étant faite & chargée convenablement, elle enlevera d'un ſeul coup,

Digitized by Google

non-ſeulement tous les fourneaux à une certaine diſtance aux environs, mais auſſi la plupart des galeries & des rameaux auxquels le rayon du globe pourra atteindre ſeront crevées à ne pouvoir plus s'en ſervir.

Au reſte, chacun peut ſe faire là-deſſus tels plans & profils qu'il voudra en grand, pour y ajuſter toutes les meſures que cette expoſition courte & ſimple lui aura fait naître : même on pourroit en faire des reliefs. Quant à moi, je n'avance rien qui ne ſoit prouvé & fondé ſur des principes inconteſtables, ſur des faits.

Quelqu'un me dira peut-être que c'eſt le moyen de ruiner le projet que j'ai fait moi-même ; ce qui eſt vrai : car ſi l'on n'empêche pas l'établiſſement du globe, il n'eſt guere poſſible d'en empêcher l'effet.

J'ai dit que ſous une ligne de moindre réſiſtance de vingt-ſix ou de vingt-huit pieds, ſi je mets la charge que preſcrit la formule, à raiſon de douze ou quinze pieds, cela feroit un entonnoir ſextuple deſdits douze ou quinze pieds ; ce dont pourtant je ne ſuis pas tout-à-fait ſûr, comme je le ſuis du quadruple, par rapport à la rupture des ſouterreins aux environs. Ce ſont ici des cas où il faudroit de bonnes épreuves, & des épreuves ſouvent repétées.

Il me ſemble entendre les objections que l'on va me faire de tout côté, ſur la quantité de poudre qu'exigent de telles mines, quelque diminuée que je veuille la ſuppoſer. (1) La difficulté de

(1) Dans un ſiege comme celui de S***., où il a fallu huit mille quintaux de poudre, il y en a eu environ cent & ſoixante pour les mines, & ce ſont les mines ſeules qui en ont aſſuré le ſuccès.

Matiere à Réflexion.

porter cette poudre, par les Tranchées, juſqu'au fond du rameau, les accidents qui peuvent lui arriver à chaque inſtant. Après cela, s'il ſe trouve des mines chargées & bourrées, cela n'empêchera pas d'y mettre le feu, comme l'épreuve l'a fait voir. C'eſt d'ailleurs un ouvrage capital, & qui doit décider; ainſi on ne peut charger une mine pareille qu'on ne ſoit fort avant dans les terres: car on ne peut pas ſe propoſer de faire jouer autant de globes que de mines ordinaires. Si le fourneau ſe trouve à même hauteur que la galerie de contre-mines, & ſi cette galerie ne préſente qu'un bout de quelqu'un de ſes rameaux, peut-être déja chargé, la compreſſion n'ayant pas alors beaucoup de priſe; qui ſait ſi ſon effet ira fort loin? Le rayon qui ne touche qu'obliquement le côté du ſouterrein ne lui fait pas non plus un dommage à proportion auſſi grand que s'il le touchoit perpendiculairement. Enfin, les contre-mines de la Place feront leur effet de tout côté ſur le travail du Mineur. Celui-ci a beau faire, il ne peut guere empêcher qu'il ne ſoit entendu. Un ennemi un peu vigilant le préviendra en faiſant jouer, devant ou à côté de lui, un petit fourneau qui détruira l'ouvrage commencé, & peut-être l'étouffera dans ſon rameau.

Suppoſons, diront encore les Anti-globiſtes, (j'appelle ainſi ceux qui ne ſont pas partiſans du globe) que l'aſſiégeant ſoit parvenu à faire un très-grand entonnoir, & à crever quelques ſouterreins aux environs; croit-il pouvoir s'y loger bien ſûrement, tandis qu'il peut y avoir quelques fourneaux capables de faire ſauter ſon logement & de ruiner l'ouvrage qu'il auroit commencé dans le deſſein d'aller plus loin? Dans les mines ordinaires d'un ſiége, dès que l'on s'eſt enfoncé de quelques pieds dans les terres, & que l'on entend près de ſoi le Contre-mineur, on fait bien vîte jouer la mine de peur d'être prévenu. Il n'en eſt pas

de même du globe de compreſſion, à cauſe du temps qu'il demande pour ſa charge & ſon bourrage, & qu'il faut déja être à une certaine profondeur dans les terres pour en faire uſage.

Enfin ; le réſultat des objections ſera vraiſemblablement que tout cela peut être bon pour des épreuves en temps de paix, & qu'il faut être bien hardi pour l'entreprendre ſérieuſement. Il eſt vrai qu'il y a du riſque & des difficultés à le faire pour la premiere fois ; mais après l'avoir fait quatre fois de ſuite dans un même ſiege, je crois qu'il m'eſt permis d'en juger. Le rameau ſe fait, comme pour les mines ordinaires. Pour peu qu'on s'élargiſſe à l'extrémité, ou que l'on prenne ſur le côté par un petit retour, on a la chambre faite. (1) Si c'eſt dans un terrein ſec, on n'a pas beſoin de caiſſe ; on peut arranger à l'extrêmité du rameau ou de ſon retour, les ſacs à terre, remplis de poudre, à-peu-près comme ſi l'on mettoit des gazons l'un ſur l'autre pour bourrer la mine ; ce qui demanderoit alors beaucoup moins de temps & de ſujétion. (2)

Qu'il y ait d'ailleurs de la peine & du danger, c'eſt le ſort de la guerre, des ſieges. (3)

---

(1) Qu'importe que la chambre ſoit oblongue ou quarrée, ce n'eſt pas un pied de plus en longueur ou en largeur qui peut changer ou altérer l'effet prodigieux d'une ſi grande quantité de poudre. J'ai mis une fois, au bout d'un rameau, une caiſſe oblongue de toute ſa hauteur & largeur, ſans beaucoup de difficulté, & l'effet de la mine s'en eſt enſuivi comme je m'y étois attendu.

(2) Je parle ici de choſes faites dans le ſérieux, où, de quatre fourneaux, il y en a eu deux chargés ſans caiſſe aucune, & qui ont pourtant eu le meilleur effet qu'on pouvoit en attendre. Il faut ſeulement avoir attention à faire obſerver le plus grand ordre dans le tranſport des poudres ; la ſauciſſe ſe met dans l'auget, & le bout de celui-ci dans le milieu des ſacs à poudre. Tout cela ſe fait très-vîte, & par-là on gagne un temps conſidérable & fort précieux.

(3) Il y a toujours, quand il s'agit d'en venir au fait, beaucoup plus à crain-

De la charge des mines ordinaires.

Pour la charge des mines ordinaires, on peut, ſi l'on veut, s'en tenir aux Tables inſérées ci-après, juſqu'à ce qu'on ſoit ſûr d'en avoir de meilleures. Comme il ſemble que, juſqu'ici, l'on n'ait été qu'en tâtonnant dans ces choſes-là, je voudrois qu'il fût poſſible d'avoir au moins quelques regles fixes auxquelles on dût déférer.

M. le Maréchal de Vauban a ſuppoſé, pour ſes calculs, que l'excavation d'une mine formoit un cône parfait dans les terres; (1) tandis que M. de Valiere en a fait un conoïde parabolique. (2) M. de Belidor nous a dit enſuite que ce n'étoit ni l'un

---

dre pour la nouveauté que pour les choſes d'uſage ordinaire. Si pour celui-ci il y a des occaſions & des endroits où l'on doit trembler, il faut être bien hardi pour entreprendre l'autre. La condition d'un Artiſte étant d'être jugé ſelon l'événement, par des gens qui ſouvent n'ont point d'art, & qui pourtant ſont les plus forts, parce qu'ils ſont en plus grand nombre.

Matiere à réflexion.

(1) Voici ce que j'ai lu dans une lettre de M. le Maréchal de Vauban.

» Je vous dirai donc que l'expérience a » fait voir, que minant ſous un glacis, » une once de poudre enleve un pied » cube de terre; ce qui revient pour dix » pieds d'épaiſſeur ou hauteur de terre à » ſoixante & quinze livres ou environ. On » a cependant réglé par ſur abondance, » de mettre pour dix pieds d'épaiſſeur ou » hauteur de terre quatre-vingts & ſix li- » vres, qui eſt une once & un ſeptieme » pour chaque pied cube que la mine en- » leve. Pour vingt pieds d'épaiſſeur ou » hauteur de terre, ſix cents livres; pour » quarante pieds, quatre mille huit cents » livres; & ainſi du reſte à proportion de » ſon effet, qui eſt toujours un cône par- » fait, ayant la baſe double de ſa hau- » teur. Ainſi connoiſſant la hauteur, on » peut connoître la ſolidité du cône, & » mettre autant de fois une once & un » ſeptieme de poudre qu'il y a de pieds » cubes dans la ſolidité dudit cône, &c.

(2) M. de Valiere dit, dans ſa Diſſertation ſur les contre-mines: » L'excavation » ou l'ouverture que produit l'effet d'un » fourneau dans les terres, eſt un conoïde » parabolique, auquel on donne le nom » d'entonnoir dans la pratique. " Il explique enſuite la maniere de calculer, pour trouver la ſolidité des terres qui, par leur enlevement, forment cette excavation; & c'eſt, ſans doute, ſur ce fondement qu'il a conſtruit ſa Table telle qu'on la verra ci-après.

Digitized by Google

l'un ni l'autre, mais que l'excavation d'une mine reſſembloit, à peu-près, à un chaudron ; en quoi je juge qu'il a eu raiſon. Lorſque je fis l'épreuve du globe de compreſſion à Potſdam, je remarquai que l'entonnoir étoit un peu applati dans le fond, comme il ſe voit dans la Figure 11e. J'ai obſervé la même choſe dans PLANCHE IV. tous les entonnoirs de mines que j'ai vu.

Je ne ſais ſi M. de Belidor nous a laiſſé quelques formules plus ſûres que celles que nous avons. Suivant ce qu'il a propoſé dans ſon Cours de Mathématiques, il a dû faire des épreuves concernant la quantité de poudre qu'il faudroit pour détacher les terres, comme auſſi pour les enlever. Je ne doute point qu'ayant eu les occaſions d'en faire beaucoup dans ſes écoles, il n'ait bien ſu lui-même à quoi s'en tenir ; mais je ne ſache pas qu'il ait fait part au Public de ſes découvertes.

J'ai parlé au commencement, Page 41, d'une formule aſſez ſimple pour trouver à-peu-près la charge des mines ; j'inſere après ceci les Tables que j'ai calculées à ce ſujet ; j'inſere auſſi celles de M. Valiere, dont on fera l'uſage que l'on voudra. (1).

(1) Je n'ai pas jugé à propos de rapporter ici les Tables de M. de Vauban, puiſqu'on les trouve par-tout.

TABLE

Pour la charge des mines, ſelon M. le Febvre.

Ligne de moindre réſiſtance, meſure du Rhin.	Solide des Terres à enlever.		Terre commune.		Sable fort.		Terre mêlée.		Argille & Tuf.		Terre graſſe mêlée de cailloux.	
	Exprimé en pieds cubiques.	*Exprimé en verges & pieds cubiques.*	Poudre.		Poudre.		Poudre.		Poudre.		Poudre.	
			Liv.	Onc.	Liv.	Onc.	Liv.	Onc.	Liv.	Onc.	Liv.	Onc.
3	28	0 28	1	13	2	2	2	4	2	6	2	12
4	77	0 77	4	13	5	13	6	3	6	8	7	8
5	147	0 147	9	2	11	2	11	12	12	8	14	6
6	253	0 253	15	12	19	3	20	6	21	8	24	14
7	410	0 410	25	10	31	3	33	0	34	13	40	5
8	608	0 608	38	4	46	4	48	1	51	11	60	0
9	864	0 864	54	2	65	11	69	9	73	7	85	0
10	1180	0 1180	73	12	89	12	95	0	100	5	116	2
11	1583	0 1583	99	1	120	6	127	7	134	9	155	12
12	2028	1 300	127	0	154	4	163	5	172	6	200	0
13	2604	1 876	163	1	198	1	209	11	221	5	256	5
14	3284	1 1556	205	11	249	13	264	7	279	2	323	4
15	4028	2 572	252	5	306	6	324	6	342	6	396	0
16	4875	2 1419	304	3	370	12	392	9	414	6	480	0
17	5829	3 645	365	2	443	5	470	5	495	8	573	12
18	6912	4 00	430	0	524	14	556	10	586	9	680	6
19	8049	4 1137	604	3	612	3	648	4	688	11	792	4
20	9600	5 960	600	2	730	3	772	2	816	1	944	15
21	11250	6 882	704	11	855	11	906	0	956	5	1171	6
22	12722	7 626	796	14	967	10	1024	9	1068	1	1252	4
23	14509	8 685	880	10	1069	5	1132	4	1195	2	1382	0
24	16457	9 905	1030	13	1250	3	1325	6	1399	0	1619	14
25	18680	10 1600	1170	1	1420	13	1504	0	1588	0	1838	12
26	20987	12 252	1314	9	1595	6	1690	3	1784	2	2065	12
27	23452	13 988	1469	0	1783	3	1884	4	1993	10	2308	7
28	26282	15 362	1646	4	1999	1	2116	10	2234	4	2587	0
29	29146	16 1498	1824	11	2216	14	2347	5	2477	11	2868	11
30	32208	18 1104	2017	8	2449	13	2593	14	2738	0	3170	5
31	35511	20 950	2224	6	2701	0	2860	0	3018	13	3495	8
32	39204	22 1181	2455	11	2981	14	3157	5	3332	11	3859	0
33	42931	24 1459	2689	7	3265	7	3457	8	3649	9	4225	13
34	46900	27 244	2937	12	3567	5	3777	3	3987	0	4616	8
35	51332	29 1220	3215	7	3904	7	4134	1	4363	12	5052	13

Digitized by Google

TABLE

Pour la charge des mines, selon M. le Febvre.

Ligne de moindre résistance, mesure de France.	Solide des Terres à enlever.			Terre commune.		Sable fort.		Terre mêlée.		Argille & Tuf.		Terre grasse mêlée de cailloux.	
	Exprimé en pieds cubiques.	*Exprimé en toises & pieds cubiques.*		Poudre.		Poudre.		Poudre.		Poudre.		Poudre.	
				Liv.	Onc.	Liv.	Onc.	Liv.	Onc.	Liv.	Onc.	Liv.	Onc.
3	28	0	28	1	13	2	3	2	5	2	7	2	13
4	77	0	77	4	15	6	1	6	6	6	12	7	13
5	147	0	147	9	8	11	8	12	3	12	14	14	15
6	253	1	37	16	6	19	14	21	1	22	4	25	12
7	410	1	194	26	9	32	4	34	2	36	1	41	12
8	608	2	176	39	6	47	13	50	10	53	7	61	14
9	864	4	000	56	0	68	0	72	0	76	0	88	0
10	1180	5	100	76	7	92	14	98	5	103	12	120	3
11	1583	7	71	102	8	124	9	131	14	138	15	161	3
12	2028	9	84	131	7	159	9	169	0	178	6	206	8
13	2604	12	12	168	12	205	13	217	0	229	8	265	3
14	3284	15	44	212	13	258	7	273	10	288	13	334	7
15	4028	18	140	261	1	319	12	335	10	354	5	410	4
16	4875	22	133	316	0	383	10	406	4	428	13	496	8
17	5829	26	213	377	12	458	12	485	12	512	11	593	11
18	6912	32	000	448	0	544	0	576	0	608	0	704	0
19	8049	37	55	521	14	633	7	670	12	712	10	809	12
20	9600	44	96	622	3	755	8	800	0	844	7	977	12
21	11250	52	18	729	2	885	6	937	8	989	13	1145	13
22	12722	58	194	824	9	1001	4	1060	2	1105	2	1295	12
23	14509	67	37	911	3	1106	7	1171	9	1236	10	1431	15
24	16457	76	41	1066	10	1295	3	1371	6	1447	9	1676	2
25	18680	86	104	1210	11	1470	2	1556	10	1643	2	1902	9
26	20987	97	25	1360	4	1650	13	1748	14	1846	1	2137	0
27	23452	108	124	1520	0	1845	9	1954	5	2062	14	2388	10
28	26282	120	105	1703	7	2068	7	2190	2	2311	13	2676	13
29	29146	134	202	1889	1	2293	14	2128	13	2563	12	2964	9
30	32208	149	24	2087	8	2534	14	2684	0	2833	1	3280	7
31	35511	164	87	2301	10	2794	13	2959	4	3123	10	3616	13
32	39204	181	108	2541	0	3085	8	3267	0	3448	8	3993	0
33	42931	198	163	2777	14	3378	3	3557	9	3776	5	4372	9
34	46900	217	28	3039	13	3691	3	3908	5	4125	7	4776	13

TABLE

Pour la charge des mines, ſelon M. le Febvre.

Ligne de moindre réſiſtance, meſure du Rhin.	Solide des Terres à enlever.		Terre commune.		Sable fort.		Terre mêlée.		Argille & Tuf.		Terre graſſe mêlée de cailloux.	
	Exprimé en Pieds cubiques.	*Exprimé en verges & Pieds cubiques.*	Poudre.		Poudre.		Poudre.		Poudre.		Poudre.	
			Liv.	Onc.	Liv.	Onc.	Liv.	Onc.	Liv.	Onc.	Liv.	Onc.
36	55790	32 494	3494	10	4243	8	4493	2	4742	12	5491	10
37	60496	35 16	3790	12	4601	7	4872	2	5142	13	5954	13
38	65460	37 1524	4100	6	4979	1	5271	14	5564	13	6443	7
39	70957	41 102	4444	11	5397	2	5714	10	6032	2	6986	8
40	76494	44 462	4790	0	5818	9	6160	9	6502	13	4484	13
45	108771	62 1635	6813	6	8273	6	8760	2	9246	12	10706	12
50	149522	86 914	9366	6	11382	0	12042	0	12711	0	14718	0
60	258514	149 1042	16193	4	19663	4	20820	0	21976	8	25446	9

Raiſon du calcul de ces Tables.

Ces Tables ſont calculées, en quelque façon, d'après celles de M. Vauban, quoique par une formule un peu différente de la ſienne. Soit défaut d'impreſſion ou autre, il ſe trouve dans les articles des Tables de M. Vauban, des différences qui ne m'ayant point du tout ſatisfait, m'ont engagé à faire celles-ci, tant pour les meſures de France, que pour celles d'Allemagne. Il convient d'ailleurs d'avoir quelques égards aux meſures du pays où l'on eſt. Comme l'excavation que fait une mine n'eſt ni un cône renverſé, ni tout-à-fait un paraboloïde, mais plutôt quelque choſe d'approchant du dernier, j'ai jugé qu'en calculant le ſolide d'un cône renverſé, dont la baſe eſt double de la hauteur, & qu'en y ajoutant un ſeptieme de la ſomme, j'aurois, à très-peu de choſes près, le ſolide des terres qu'une mine enleve :

Digitized by Google

TABLE

Pour la charge des mines, ſelon M. le Febvre.

Ligne de moindre réſiſtance, meſure de France.	Solide des Terres à enlever.		Terre commune.		Sable fort.		Terres mêlées.		Argille & Tuf.		Terre graſſe mêlée de cailloux.	
	Exprimé en Pieds cubiques.	*Exprimé en Toiſes & Pieds cubiques.*	Poudre.		Poudre.		Poudre.		Poudre.		Poudre.	
			Liv.	Onc.	Liv.	Onc.	Liv.	Onc.	Liv.	Onc.	Liv.	Onc.
35	51332	237 140	3327	1	4040	0	4277	10	4515	5	5228	4
36	55790	158 62	3616	0	4390	13	4649	2	4907	8	5682	5
37	60496	280 16	3921	0	4761	4	5041	5	5321	6	6161	10
38	65460	303 12	4242	12	5151	15	5455	0	5758	0	6667	3
39	70957	328 109	4599	1	5584	9	5913	1	6241	9	7227	1
40	76494	354 24	4957	15	6020	5	6364	0	6728	10	7744	12
45	108771	503 123	7049	15	8560	10	9064	4	9567	13	11078	8
50	149522	692 50	9687	0	17788	1	12460	2	13152	5	15229	1
60	258514	1196 178	16755	8	20346	0	21542	10	22739	10	26330	2

du moins cela ſe rapporte-t-il aſſez avec tout ce qui en a été dit juſqu'ici. J'admets comme M. de Vauban, quatorze livres de poudre pour deux cents ſeize pieds cubes de terre ordinaire; dix-ſept livres pour le ſable fort; dix-huit livres pour la terre mêlée; dix-neuf livres pour l'argille & le tuf; enfin, vingt-deux livres pour la terre graſſe mêlée de cailloux. Le tout fondé ſur la différence des terres & de leur peſanteur. Selon les épreuves qui en ont été faites, un pied cube de terre ordinaire peſe cent & une livres; le pieds cube de ſable fort peſe cent vingt-ſix livres; le pied cube de terre mêlée peſe cent trente-trois livres; celui d'argille & de tuf peſe cent trente-neuf livres; enfin, celui de terre graſſe mêlée de pierres & cailloux peſe

cent ſoixante livres. Par conſéquent, une toiſe cube de terre ordinaire doit peſer vingt-un mille huit cents ſeize livres; une toiſe cube de ſable fort, vingt-ſept mille deux cents ſeize livres; une toiſe cube de terre mêlée, vingt-huit mille ſept cents vingt-huit livres; une toiſe cube de terre d'argille & de tuf, trente mille vingt-quatre livres; & une toiſe cube de terre graſſe mêlée de pierrailles & de cailloux, peſera trente-quatre mille cinq cents ſoixante livres. Ce qui fait une différence du premier au ſecond, de cinq mille quatre cents livres; du ſecond au troiſieme, de mille cinq cents douze livres; du troiſieme au quatrieme, de mille deux cents quatre-vingts-ſeize livres; enfin, du quatrieme au cinquieme, de quatre mille cinq cents trente-ſix livres. Comme ce ſont des épreuves très-aiſées à faire, puiſqu'il ne s'agit que de peſer un pied cube de chaque ſorte, je les crois vraies, peut-être à quelques petites choſes près, qui ne ſeront dans la pratique d'aucune conſéquence.

Pour ce qui eſt des meſures du Rhin, j'ai fait mon calcul à raiſon de la différence de vingt-neuf à trente: c'eſt-à-dire à raiſon de ce que vingt-neuf pieds de France ſont trente pieds du Rhin, ou réciproquement.

Enfin, comme je ne peux pas aſſurer par moi-même la quantité préciſe de poudre qu'il faut dans une mine, n'ayant encore fait aucune épreuve pour cela, on ſe réglera ſur ce qui eſt déja reçu à ce ſujet. Je ſais très-bien qu'en cela un homme du métier chargé de la direction des mines, doit mettre quelque choſe du ſien, ſoit pour augmenter, ſoit pour diminuer les charges; mais, en tout cas, les Tables peuvent toujours lui ſervir, ne fut-ce que pour avoir quelques regles fixes auxquelles il pût ſe conformer, tant pour l'addition que pour la diminution qu'il y voudroit faire.

Digitized by Google

M. de Valiere ne ſemble faire, dans ſa Table inſérée ci-après, aucune diſtinction des différentes ſortes de terre dans leſquelles on eſt ſouvent obligé de miner ; ce qui me fait conjecturer qu'il n'a eu en vue que la terre la plus commune.

TABLE

De M. de Valiere pour la charge des mines.

Hauteur des terres au-deſſus de la Poudre.	Poudre. Liv.	Onc.	*Hauteur des terres au-deſſus de la Poudre.*	Poudre. Liv.	Onc.	*Hauteur des terres au-deſſus de la Poudre.*	Poudre. Liv.	Onc.	*Hauteur des terres au-deſſus de la Poudre.*	Poudre. Liv.	Onc.
1	0	2	11	124	12 ½	21	868	3 ½	31	2792	4 ½
2	0	12	12	162	0	22	998	4	32	3072	0
3	2	8 ½	13	205	15 ½	23	1140	10 ½	33	3369	1 ½
4	6	0	14	257	4	24	1296	0	34	3680	12
5	11	11 ½	15	316	4 ½	25	1558	9 ½	35	4019	8 ½
6	20	4	16	384	10	26	1647	12	36	4074	0
7	32	2 ½	17	468	9 ½	27	1815	4 ½	37	4748	12 ½
8	48	0	18	546	12	28	2058	0	38	5144	4
9	68	5 ½	19	643	- ½	29	2286	7 ½	39	5561	2 ½
10	93	12	20	750	0	30	2530	4	40	6009	0

(1)

(1) Suivant l'extrait noté ci-devant, d'une lettre de M. de Vauban, on voit que la différence entre les articles marqués dans cette lettre & les correſpondants dans la Table ci-deſſus, eſt à peu près d'un quart à ajouter aux ſommes des premiers, lorſqu'on a paſſé dix pieds. Selon M. de Vauban, pour dix pieds de moindre réſiſtance, il faut quatre-vingts-ſix livres de poudre : ſelon M. de Valiere, il en faut quatre-vingts-treize livres. Selon M. de Vauban, vingt pieds de moindre réſiſtance demandent ſix cents livres ; ſelon M. de Valiere, ſept cents & cinquante livres ; ſelon le premier, pour trente pieds, il faut deux mille livres ; ſelon le ſecond, pour trente pieds deux mille cinq cents & trente livres. Enfin, l'un pour quarante pieds veut quatre mille huit cents livres, & l'autre ſix mille livres. Ceci, au reſte, n'eſt qu'une ſuite d'une de ſes lettres : car, ſelon ſes Tables inſérées dans pluſieurs Livres de l'Attaque & de la Défenſe des Places, il n'en eſt pas

Des mines ſous le rempart & dans la maçonnerie.

Je parlerai le plus ſuccinctement qu'il me ſera poſſible, des contre-mines dans l'épaiſſeur des terres d'un rempart & dans la maçonnerie. Qu'on mine ſous un rempart ou dans les terres d'un glacis, c'eſt bien à peu près la même choſe, eu égard à la mine : toute la différence eſt, qu'il y aura vraiſemblablement plus d'ouvrage & de difficulté à percer dans la maçonnerie, & qu'il y faudra plus de poudre. (1)

Suppoſons qu'il faille miner dans l'épaiſſeur de quelques gros corps de maçonnerie, comme dans les piles d'un pont de pierre que l'on voudroit faire ſauter : ſachant leur hauteur, longueur & largeur, on y perce une galerie, avec un ou deux retours, faiſant

---

tout-à-fait de même. Ce qu'il y a de meilleur dans leſdites Tables, eſt la diſtinction qu'il a faite des différentes ſortes de terre pour montrer leur rapport avec la quantité de poudre que chacune d'elles exige.

(1) M. de Vauban, dans la même lettre dont j'ai mis ci-devant un Extrait en note au ſujet de la poudre qu'il faut pour des mines qui n'ont que de la terre à enlever, dit, par rapport à la maçonnerie : » Mon ſentiment eſt de donner pour » dix pieds d'épaiſſeur, cent livres ; pour » vingt pieds, huit cents livres ; pour qua- » rante-ſix, mille quatre cents livres ; cela » étant le moins qu'on puiſſe en mettre ; » & même il en faudroit davantage, ſi » la poudre étoit logée plus bas que le » fond du foſſé : car en ce cas, vous ju- » gez bien que le rez-de-chauſſée arbou- » teroit davantage contre la mine ; & en » ce cas, il faudroit mettre cent & cin- » quante livres pour dix pieds d'épaiſ- » ſeur, & mille deux cents livres pour » vingt pieds. Si vous faites votre mine » près d'un angle rentrant, il faut y avoir » égard ; voilà l'eſſentiel : car pour le » logement de votre poudre, qu'il ſoit » quarré ou rond, cela n'eſt point de » conſéquence, ſinon qu'il faut établir le- » dit logement plus bas que la galerie de » contre-mines, de la hauteur de la » poudre qui ſera dans icelui ; ce qui fait » que l'auget qui eſt au fond portera dans » le milieu. "

Suivant cette note, il me ſemble que ce n'eſt que par eſtime que M. de Vauban détermine généralement la quantité de poudre qu'il faut pour la charge des mines dans la maçonnerie, & qu'ainſi il eſt libre à tout Ingénieur & bon Mineur de faire auſſi leur eſtime, & de régler la charge de leurs fourneaux ſelon les cas où ils ſe trouvent.

faiſant en ſorte que les chambres ſe trouvent préciſément dans la ligne du milieu, & à une diſtance, l'une de l'autre, proportionnée à leurs lignes de moindre réſiſtance. Si l'on veut miner deux piles en même-temps, on fait les entrées, l'une vis-à-vis de l'autre, & l'on meſure exactement les diſtances, pour mettre d'un ſeul foyer, le feu aux fourneaux des deux piles, qui, de cette façon, doivent enlever trois arches du pont. (1) On en enlevera de cette maniere autant que l'on voudra. Que ſi les piles, à cauſe de leur longueur, demandent chacune plus d'une

(1) Voyez ce qui eſt rapporté dans le ſecond Tome de l'Attaque & de la Défenſe des Places, ſoi-diſant par M. de Vauban. Il y eſt parlé de la démolition du pont d'Huy. On y peut voir auſſi beaucoup d'épreuves ſur les mines & les différentes manieres dont on s'y eſt pris pour démolir quantité d'ouvrages anciens & modernes, la plupart en maçonnerie, comme des tours, des magaſins, des puits, &c.; ce qui peut ſervir d'inſtruction à ceux qui ſe trouveront dans le cas d'en faire uſage. Même on peut voir tous ces faits dans pluſieurs Livres qui ſe ſont répété les uns d'après les autres, & dont je n'ai pas jugé devoir être l'écho. Il eſt bien naturel de chercher, autant qu'il eſt poſſible, le deſſous des ouvrages qu'on veut démolir radicalement, de ſe donner de la réſiſtance, à proportion de l'effet qu'on veut que la mine faſſe, de ſe jetter d'un côté plutôt que d'un autre, ſi la choſe & la raiſon le demandent. Sans doute, qu'avec de la poudre, on enlevera de la terre & des pierres; mais pour enlever telle maſſe de terre ou de maçonnerie, pour faire tel effet à telle & telle diſtance, combien faut-il exactement de poudre? voilà l'état de queſtion. L'air entre-t-il pour quelque choſe dans l'effet de la mine? n'y entre-t-il pour rien? ou pour combien y entre-t-il? s'il y entre pour peu ou pour beaucoup, pourquoi a-t-on ſi fort négligé de s'en éclaircir? Il me ſemble que la choſe en méritoit bien la peine.

Il me reſte à conclure de tout ce qui s'eſt fait juſqu'ici concernant les mines, qu'un homme entendu peut s'en ſervir comme de guide, & non comme d'un maître à qui il doive obéir aveuglement. Il verra ce qu'il y a de meilleur, & il en uſera, ſauf à y ajouter ou diminuer ce qu'il jugera à propos. S'il change les choſes en tout ou en partie, ce n'eſt vraiſemblablement que pour les amener par les voies les plus courtes, les plus ſimples, & en même-temps les plus ſûres, au but qu'il s'eſt propoſé.

ouverture dans leur épaiſſeur, on les y fera à proportion de ce qu'il en ſera beſoin.

Pour ce qui eſt de miner dans la maçonnerie d'un rempart; ou bien l'on veut établir le fourneau dans l'épaiſſeur de la muraille, dans celle de quelqu'un de ſes contre-forts; ou bien l'on ſe propoſe de mettre ſimplement la poudre dans les terres qui ſont derriere. Pour un fourneau dans la maçonnerie, on doit naturellement ſuppoſer un mur aſſez fort pour fournir une ligne de réſiſtance convenable. (1) On doit auſſi avoir attention à l'objet d'une telle mine.

Si c'eſt une mine de l'aſſiégeant, pour faire breche au rempart, il importe peu qu'elle ſoit dans la maçonnerie ou dans les terres, pourvu qu'il y ait aſſez de réſiſtance pour faire l'effet deſiré.

Si c'eſt pour renverſer & démanteler un ouvrage, il faut percer du fond du foſſé pluſieurs rameaux d'une certaine longueur, avec quelques pieds de retour. Cela fait, on charge & on bourre les mines à la maniere ordinaire. Si c'eſt dans la maçonnerie, on fait en ſorte que le bourrage ait plus de conſiſtance que dans la terre.

Mais s'il ne s'agit que d'un rempart ordinaire avec des terres derriere la maçonnerie & au-deſſus, on ne fait que percer le

---

(1) En ce cas, il faut que ce ſoit une maçonnerie très-conſidérable, avec des contre-forts tels qu'autre fois nos peres les ont faits, & comme on en voit encore dans la plupart des vieilles Places, qui n'en ſont pas plus mauvaiſes pour cela. Peut-être la muraille ſervira-t-elle elle-même de pied droit pour ſoutenir la voûte d'une galerie d'enveloppe ſous le rempart du baſtion, comme en la Figure 4, & à ſon profil, Figure 5. Dans un cas pareil, avec un fourneau bien placé, on fera breche au rempart, & on crevera la galerie de contre-mine de l'ennemi. Tout cela ſe comprend aiſément à l'aide des Figures.

PLANCHE V.

mur de part en part, pour faire intérieurement un ou deux retours, à l'extrêmité deſquels on loge les poudres, comme il ſe voit en la Figure 2e., où j'ai marqué trois rameaux : le premier A, percé dans un des contre-forts, avec des retours avancés PLANCHE V. juſque dans les terres de chaque côté; le ſecond B, entre deux contre-forts auxquels aboutiſſent ſes deux retours, pour faire les chambres de mines préciſément à leurs racines; le troiſieme C, juſqu'à la racine d'un contre-fort pour y établir un fourneau. On en fait, ſi l'on veut, un ſecond un peu plus à droite dans les terres.

On obſerve pour le meilleur effet des mines, de mettre le plus qu'il eſt poſſible les poudres juſque ſous le fondement, & d'en régler la quantité ſelon les lignes de moindre réſiſtance. On obſerve auſſi de faire les rameaux à telle diſtance les uns des autres que l'effet de leurs fourneaux ſe touchent, afin d'enlever, ſi l'on veut, d'un ſeul coup, toute une face d'un ouvrage, en mettant le feu à tous les fourneaux en même temps; ce qui eſt une choſe fort aiſée. (1)

(1) C'eſt à-peu-près de cette maniere que s'eſt fait la démolition de pluſieurs ouvrages à la Ville & à la Citadelle de Tournay, immédiatement après que les François l'eurent priſe en 1745. Pour mettre le feu à vingt ou trente fourneaux en même-temps par le foſſé d'un ouvrage, le Mineur, M. de B. avoit inventé des boites oblongues, au fond deſquelles l'auget & la fauciſſe venoient ſe repoſer à l'entrée des rameaux, où elles étoient affermies de maniere qu'il ne fût pas aiſé de les déranger. Il y avoit à chacune un couvercle qui gliſſoit horiſontalement dans le milieu, par le moyen d'une ouverture faite exprès, pour que tout fût exactement fermé, & qu'il n'arrivât aucun accident à la poudre enfermée dans la caſe inférieure de la boite. On avoit attaché aux couvercles, d'une boite à l'autre, un cordeau bien tendu, par le moyen duquel on ouvroit en un inſtant toutes les boites. Ainſi, ayant mis ſur chaque couvercle, dans la caſe ſupérieure de la boite qui demeuroit ouverte, trois brins de mêche paſſés l'un dans l'autre; & allumée par

Allons plus loin, & ſuppoſons un mur de dix ou douze pieds d'épaiſſeur par en-bas, avec quarante-huit ou cinquante pieds de terre par-derriere; ce qui eſt aſſez ordinaire; je crois que, dans un cas pareil, le parti le plus ſûr ſeroit de percer dans la maſſe, un rameau de vingt ou vingt-deux pieds de longueur, & d'y faire un ou deux retours pour y mettre une charge de poudre capable d'ouvrir l'ouvrage de part en part. Il en coûteroit vraiſemblablement quelques livres de poudre de plus; mais auſſi l'effet en ſeroit plus déciſif.

Cas de Caſemates en largeur ſous le rempart.

Dans le cas où il y auroit des Caſemates ſous le rempart, comme il ſe voit dans la Figure 3e., j'ai marqué en F, à peu-près la maniere de faire un rameau dans l'épaiſſeur de la maçonnerie; & en G, celle de percer d'outre en outre le révêtement, pour faire des retours de chaque côté, dans les terres : (ce qui eſt pour l'aſſiégeant qui voudroit faire breche par la mine, & ruiner les galeries de contre-mines de ſon ennemi.) Ceux de la Place peuvent déboucher où ils veulent de leurs Caſemates, pour aller avec de petits rameaux juſqu'en H & en I, à la rencontre de leurs ennemis, comme il ſe voit dans la même Figure 3e. On peut auſſi d'une telle Caſemate, percer dans la maçonnerie un petit rameau K, avec ſon retour. Voyez les deux profils, Figure 4e. & 5e., le premier pris ſur la largeur du rem-

PLANCHE V.

---

les ſix bouts, il falloit néceſſairement que cette mêche tombant ſur la poudre y mit le feu; ce qui a parfaitement réuſſi, & ce qui ne peut manquer de réuſſir toutes les fois que l'on voudra s'en ſervir.

On a vu par-là l'inutilité de cette quantité d'ouvrages en galeries & en rameaux avec leurs tours & détours tels qu'on les trouve dans pluſieurs Livres. Les moyens les plus ſimples ſont le plus ſouvent capables des plus grands effets; il n'eſt queſtion que de les connoître, & d'oſer s'en ſervir. Ceci me ramene encore aux épreuves que je ne ſaurois trop recommander à ceux qui ſont en état de les faire.

Digitized by Google

part, le ſecond, ſur ſa longueur. J'aurai peut-être l'occaſion de parler plus particuliérement en quelqu'autre endroit de ces ſortes de menées ſous terre.

La Figure 6e. repréſente une longue galerie pratiquée ſous un baſtion, avec des traverſes comme il y en a ordinairement, & comme il doit y en avoir dans des ouvrages pareils.

Enfin, de quelque maniere que ſoient conſtruits les ſouterreins, on s'en ſert comme on peut, & autant que l'on peut, pour pouſſer des rameaux juſqu'aux endroits où l'on juge avoir beſoin de quelques fourneaux de contre-mines.

Epreuve pour ſavoir combien de temps la poudre peut reſter ſous terre ſans ſe gâter.

Je fis, il y a quelques années, une épreuve pour ſavoir combien de temps la poudre pouvoit reſter ſous terre ſans ſe gâter. Pour cet effet, je me ſervis de trois caiſſes de ſapin, dont l'une contenoit quinze livres de poudres, & les deux autres chacune quatre livres. Je fis à une des deux petites & à celle de quinze livres, un double encaiſſement, de maniere qu'il reſtoit en tous ſens un pouce & demi de vuide entre la caiſſe & ſon enveloppe, l'une & l'autre bien poiſſées & goudronnées en-dehors & en-dedans. J'appliquai à la grande caiſſe un bout d'auget de cinq pieds de hauteur, avec un autre bout de quatre pieds, en équerre ſur le premier, pour faire paſſer, de l'un à l'autre, la ſauciſſe juſqu'au centre de la caiſſe, pour laquelle j'avois fait faire un emplacement ſous terre, de maniere que le premier auget remontoit par le côté du puits, & le ſecond poſoit horiſontalement ſur le premier, à un pied ſous terre, l'un & l'autre bien poiſſés en-dedans. J'avois auſſi mis la petite caiſſe avec ſon enveloppe, auſſi profondément en terre que la plus grande. La troiſieme qui n'étoit qu'une petite caiſſe ſimple, fut miſe tout uniment au fond du puits, lequel ſe trouvoit à environ un pied & demi au-deſſus de l'eau du foſſé qui en étoit proche ; le tout dans une terre noire

fort ordinaire dont le puits fut rempli, & les augets recouverts tout de ſuite. Ceci ſe fit le 25 Avril 1760.

Le 11 Mai, j'examinai l'état du bout de la ſauciſſe à un pied ſous terre, & je trouvai la poudre ſeche, quoiqu'il eût plu deux fois aſſez abondamment, dans l'intervalle des dix-ſept jours que la poudre avoit ſéjourné ſous la terre. Je fis enſuite déblayer le puits, duquel je tirai la petite caiſſe ſimple, où la poudre ſe trouva préciſément comme je l'y avois miſe; cela étant, je ne cherchai pas, pour ce moment, plus loin, & je fis remettre la terre dans le puits, ſans toucher ni à l'auget, ni aux caiſſes doubles.

Le 31 Mai, je fis rouvrir le puits pour la ſeconde fois. La poudre du bout de la ſauciſſe à un pied ſous terre, n'étoit pas à la vérité corrompue; mais elle étoit bien prête à ſe corrompre. La partie de cette même ſauciſſe qui deſcendoit dans le puits étoit tout-à-fait gâtée, juſqu'à quatre pouces de la caiſſe; d'où je jugeai que, dans la caiſſe même, la poudre étoit en bon état, quoiqu'elle eût été trente-ſix jours ſous la terre. Dans la caiſſe ſimple, la poudre étoit encore ſeche, à la vérité; mais elle commençoit un peu à ſe condenſer. Pourquoi la poudre qui étoit dans l'auget à un pied ſous terre, étoit-elle encore paſſable, & pourquoi celle qui alloit au fond du puits étoit-elle gâtée? Je préſume que le couvercle du premier avoit empêché l'eau de gagner la poudre, en l'obligeant à tomber des deux côtés de l'auget, & qu'à l'autre, il étoit reſté en remuant les terres, quelques ouvertures par leſquelles l'eau s'étoit inſinuée juſqu'en-bas. Je ne ſais auſſi ſi je fis bien d'envelopper la ſauciſſe de foin, pour qu'elle ne touchât pas le bois. Enfin, je ſuis perſuadé que ſi les augets étoient demeurés dans le même état, bien calfeutrés de poix & bien fermés, la poudre ne s'y ſeroit pas gâté ſitôt.

Digitized by Google

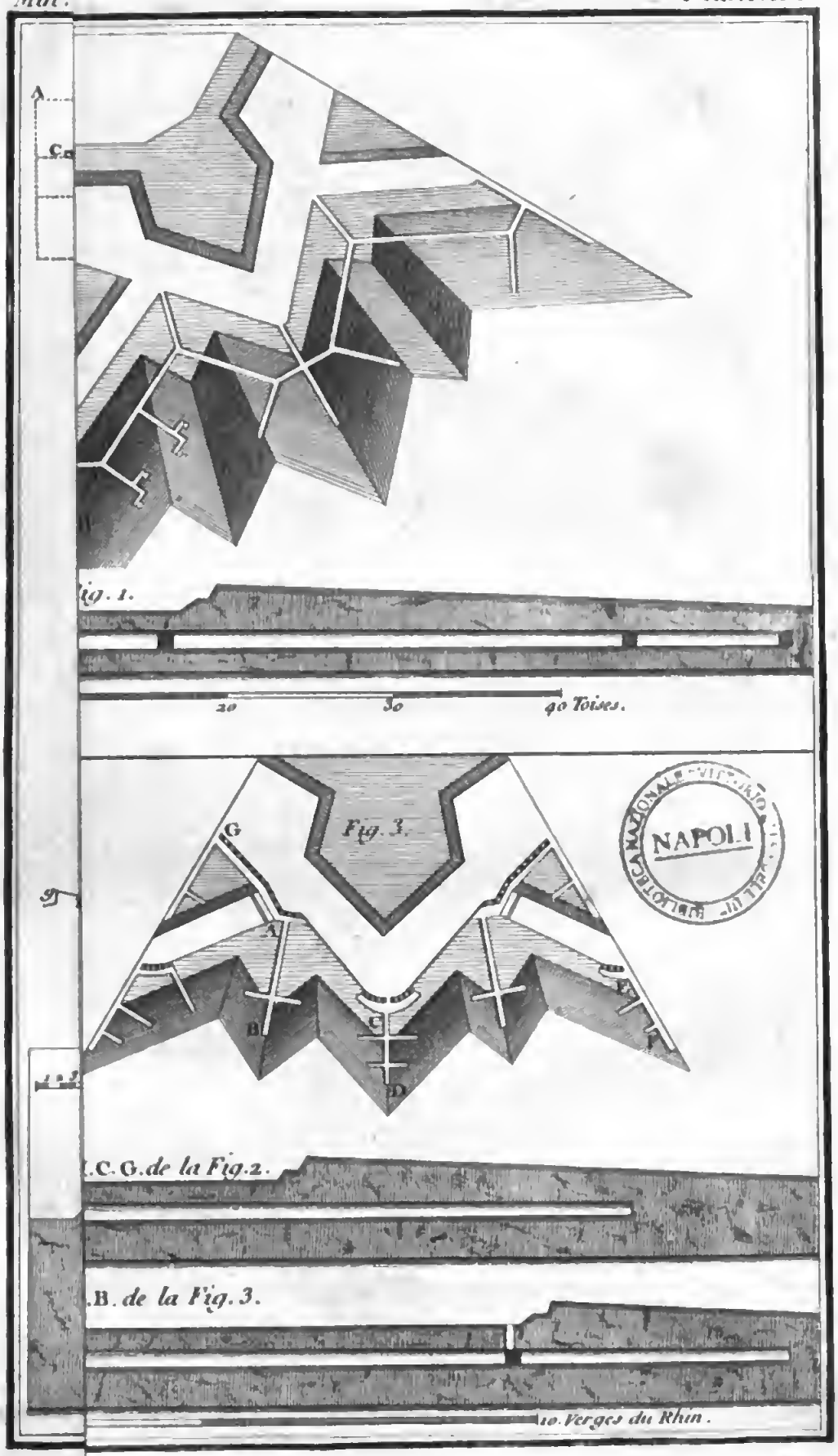
Avant de recouvrir le puits, j'ôtai les augets de la grande caiſſe, & la fit remettre dans ſon premier état, n'ayant point touché du tout à la ſeconde.

Le 17 Juin, la poudre de la plus grande caiſſe ſe trouva en bon état; mais celle de la petite caiſſe ſimple étoit déja condenſée. Je laiſſai la troiſieme ſous terre ſans y toucher.

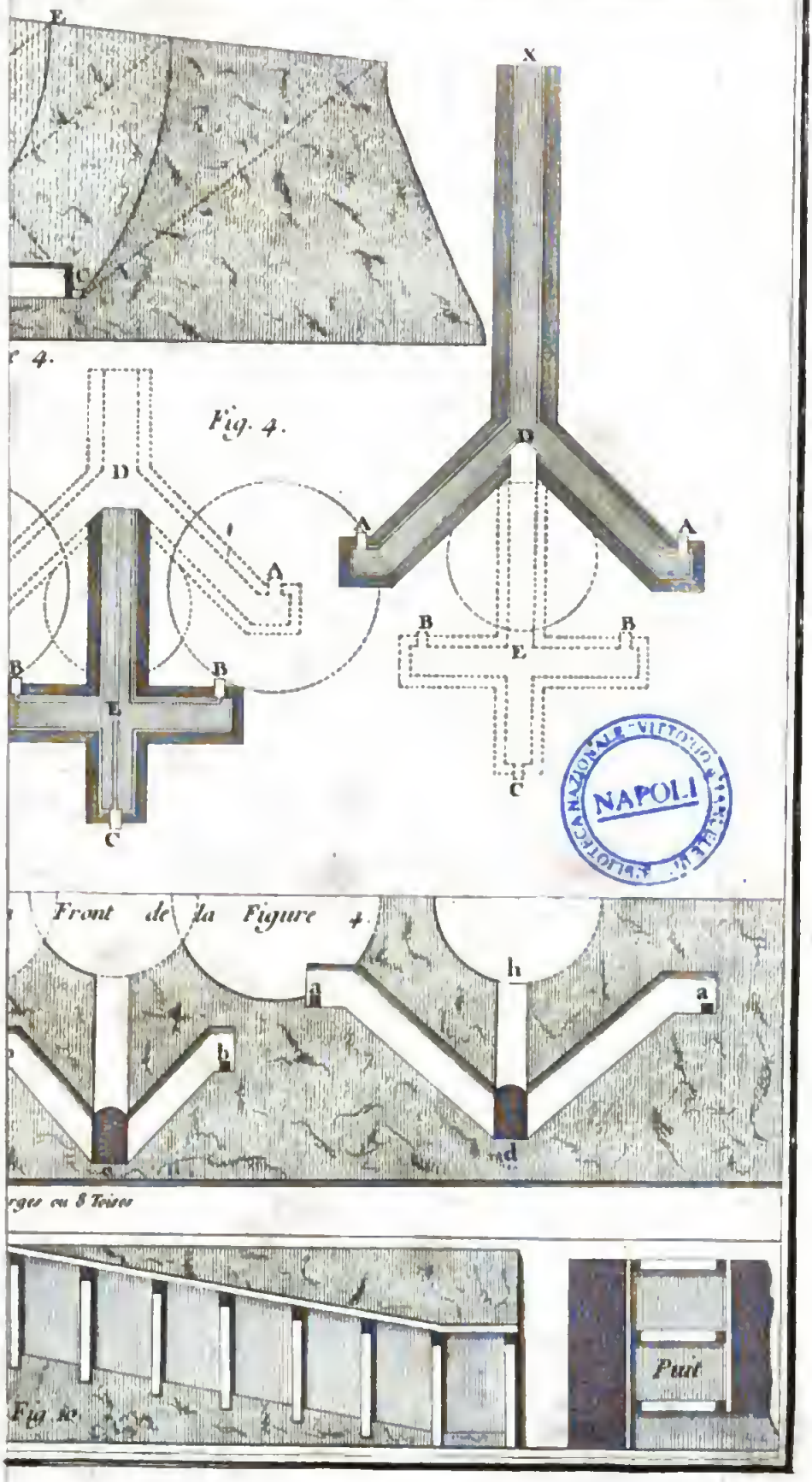
Enfin, je mis la grande caiſſe plus profondément en terre qu'elle n'étoit auparavant, pour que la partie d'en-bas touchât l'eau, & ſe trouvât d'un demi-pied plus baſſe que la ſurface du foſſé à côté, l'ayant laiſſé en cet état vingt jours de ſuite; je la retirai & je trouvai ſa partie vuide d'en-bas, pleine d'eau; & cependant la poudre n'étoit pas encore gâtée, non plus que celle de la troiſieme caiſſe qui étoit conſtamment reſté ſous la terre pendant plus de deux mois & demi. Il n'en étoit pas de même de la petite caiſſe ſimple dans laquelle la poudre étoit gâtée. Je conclus de cette épreuve, qu'on pourroit très-bien laiſſer la poudre pluſieurs mois dans les mines, ſi l'on avoit la précaution de la mettre dans des caiſſes & des augets doubles bien calfeutrés.

RECUEIL

Digitized by Google

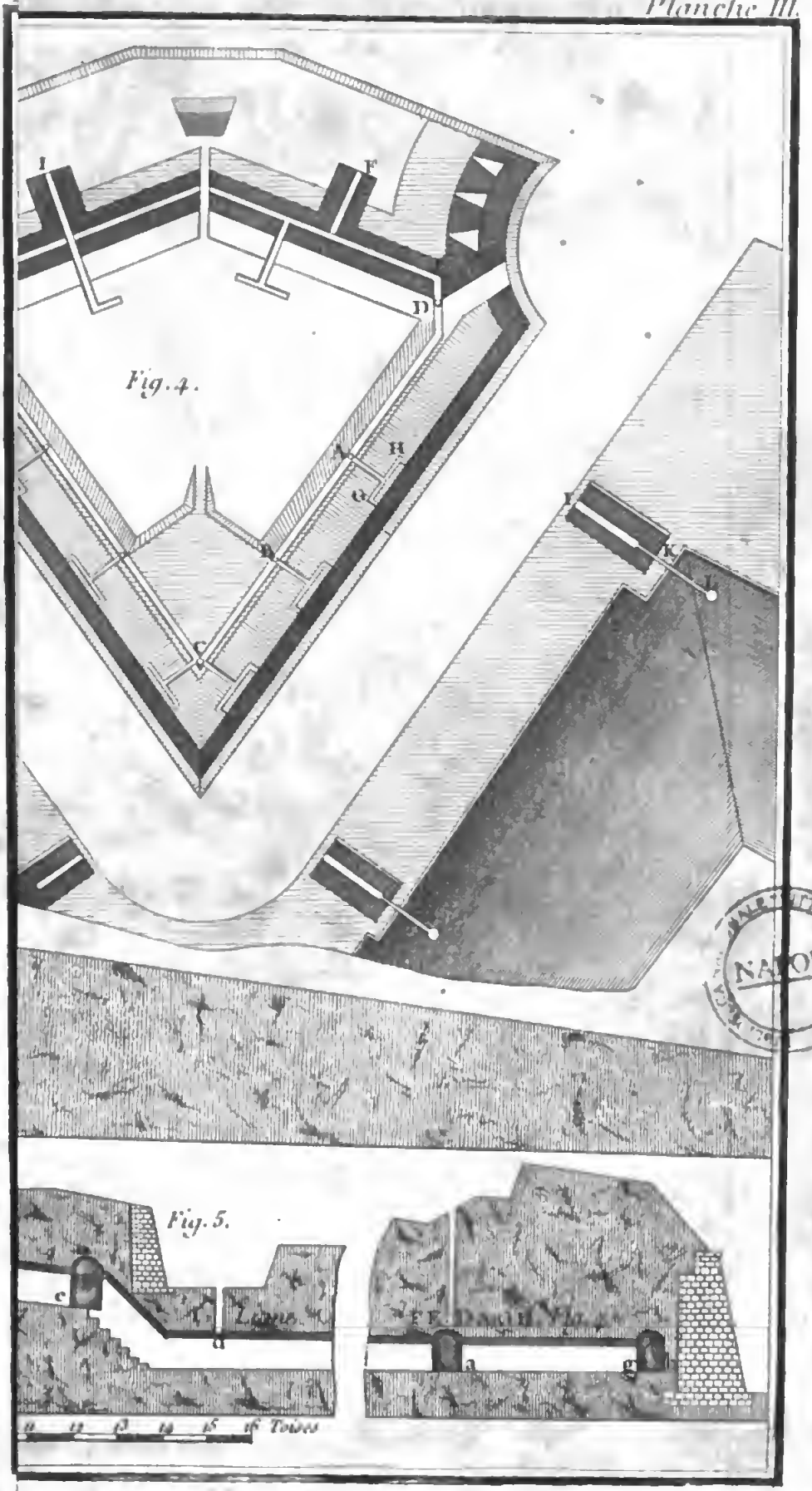


BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III
NAPOLI



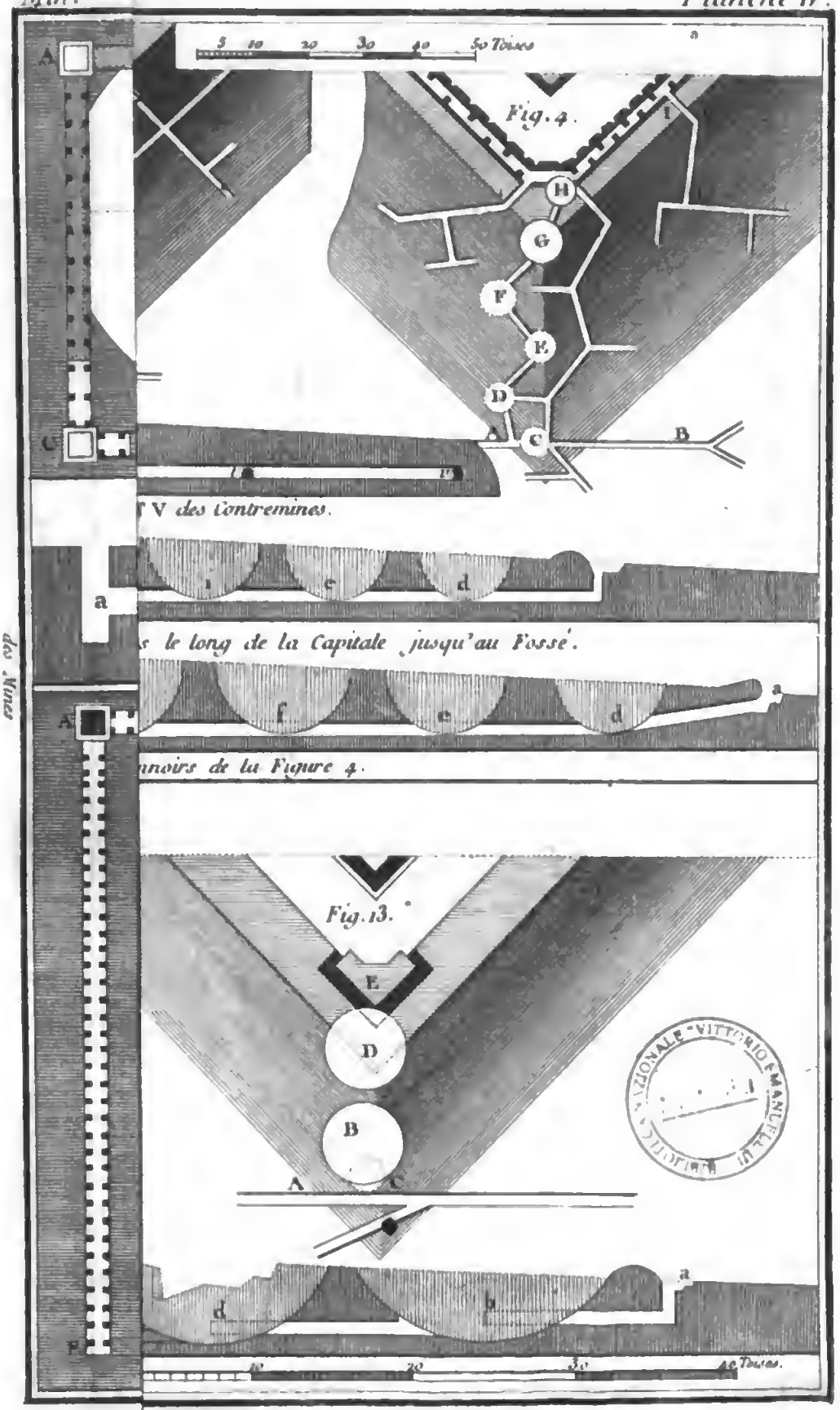
BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III
NAPOLI

Digitized by Google



NAPOLI

Digitized by Google


5 10 20 30 40 50 Toises
Fig. 4.
H
G
F
E
D
C
A
B
I
V des Contremines.
a
c
d
le long de la Capitale jusqu'au Fossé.
f
e
d
a
noirs de la Figure 4.
Fig. 13.
E
D
B
A
C
a
d
b
30
40 Toises.

des Mines

PLANCHE. V.

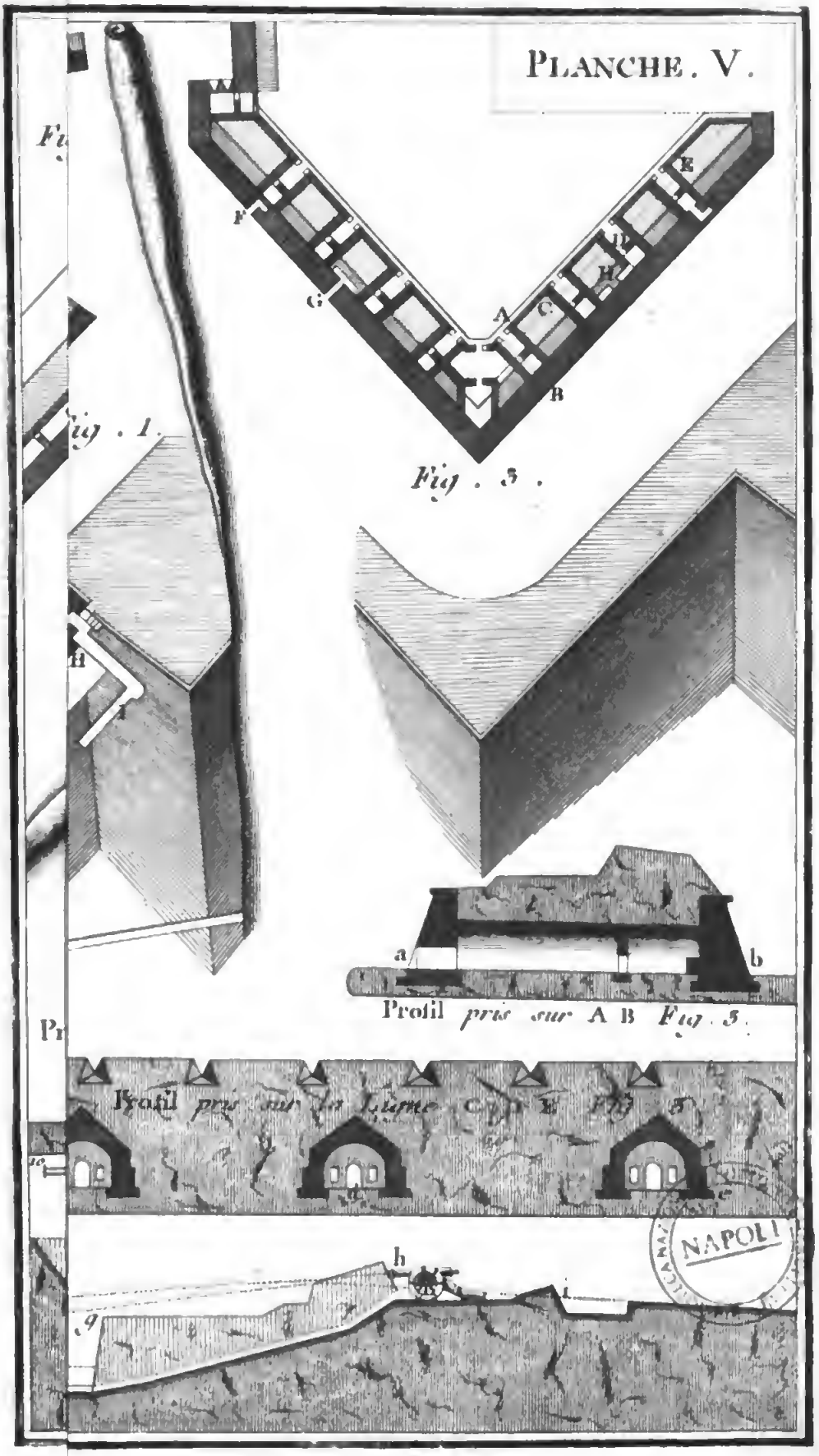


Fig. 3.

Profil pris sur A B Fig. 3.

RECUEIL
DE QUELQUES
PIECES ET LETTRES
Relatives aux ÉPREUVES DU GLOBE DE COMPRESSION.

RECUEIL
DE QUELQUES
PIECES ET LETTRES
Relatives aux ÉPREUVES DU GLOBE DE COMPRESSION.

ÉPREUVE de MINE & CONTRE-MINE faite proche BISY le 18e. & 19e. Juin 1753.

Effet du Globe de Compreſſion relativement au Procès-Verbal qui en a été fait en préſence du Miniſtre de la Guerre, par M. DE CHATEAUFER, *Capitaine des Mineurs.*

Premiere Opération.

LE Fourneau du Globe de Compreſſion contenoit trois mille livres de poudre, & avoit douze pieds de ligne de moindre réſiſtance, qui devoit, malgré ſa médiocrité, l'emporter ſur ſix galeries, quatre hautes & deux baſſes. La premiere de ces quatre galeries étoit éloignée de vingt-

ger ſubitement en tranchée de dix pieds de profondeur ſur vingt-quatre de large, ſoixante toiſes de galeries de contre-mine par un ſeul feu : on a continué de changer de même en tranchées toutes les autres galeries qui enveloppoient la Place d'armes rentrante, tant en-dehors qu'en-dedans du chemin-couvert, dont la quantité montoit à deux cents & cinquante toiſes ; ce qui n'a exigé en tout que trois opérations, dont chacune n'a duré que deux ou trois minutes avec un ſuccès qui a été au-delà de toute eſpérance : ainſi l'on peut dire que jamais on n'a brûlé vingt mille livres de poudre plus utilement.

COPIE d'une Lettre du Roi de Pruſſe à Mr. de B.

Mon Capitaine des Ingénieurs le Febvre, m'a communiqué la réponſe que vous lui avez faite aux queſtions qu'il vous a propoſées ſur le Globe de Compreſſion ; j'ai admiré avec quelle netteté & avec quelle ſimplicité vous expoſiez ce qui n'a pu être que l'effort d'un génie inventif & créateur. Vos rares talents me ſont connus depuis long-temps, & votre ſavoir vous avoit mérité mon eſtime, avant que le ſervice que vous me venez de rendre, vous eût gagné ma bienveillance. Je vous ſaurai toujours un gré infini des lumieres & des éclairciſſements que vous donnerez à ceux qui ſont à mon ſervice. Un homme né pour éclairer les autres, ne doit cacher ſes lumieres qu'autant que le devoir le lui ordonne. Soyez perſuadé de ma reconnoiſſance, & de l'envie que j'ai de vous en donner des marques. A Potſdam, le 20 Avril 1754.

FRÉDERIC.

COPIE d'une autre Lettre du Roi de Pruſſe à M. de B.

Monſieur de B., vous forcez depuis long-temps tout le monde à vous admirer, par les progrès rapides & ſurprenants que vous faites dans les connoiſſances qui ſont du reſſort du Génie ; il ſemble que vous voulez marquer les bornes de cette ſcience : mais ce qu'on ne ſauroit trop admirer en vous, parce que les beaux génies ne payent que trop ſouvent par-là le tribut à l'humanité, c'eſt que vous n'enfantez jamais de ces projets que le cabinet voit naître & mourir. Si votre génie inventif découvre quelque choſe, votre coup d'œil ſûr en apperçoit les effets, & votre modeſtie vous les fait annoncer preſque toujours un peu au-deſſous de ce qu'ils doivent être. J'ai eu de quoi m'en convaincre par l'épreuve que j'ai fait faire de votre Globe de Compreſſion, découverte d'autant plus précieuſe, qu'elle fait ſervir pour la premiere fois la poudre à la conſervation des hommes. J'ai fait faire trois grandes galeries en parallélogramme : les deux galeries paralleles avoient cent & cinq pieds de long ; la profondeur de l'une étoit de quinze pieds, & l'autre de 18 ; les diſtances de la chambre étoient pour l'une de vingt-quatre pieds, & pour la ſeconde, de trente-deux ; la troiſieme galerie qui communiquoit avec les deux autres, étoit éloignée de la chambre de quarante & un pieds ; ſa profondeur de huit : dans toutes ces différentes meſures, je ne comprends pas la hauteur des galeries qui étoient de cinq pieds & demi ſur trois de largeur. J'ai fait conſtruire encore une autre galerie à vingt-cinq pieds de profondeur qui traverſoit à côté de la galerie qui ſe trouvoit à droite juſques vers le fourneau, pour ſavoir ſi l'effet de la poudre ſe dirigeoit auſſi vers le centre de la terre. Dans une des

grandes galeries, j'ai fait faire une voûte maçonnée, de trente & un pieds de longueur ; le rameau par où on alloit à la chambre, étoit de ſoixante pieds de long ſur trois de haut ; la caiſſe de la poudre étoit compoſée de quatre pieds cubiques, & la charge de trois mille cinq cents livres : par le rameau où on alloit à la chambre, on avoit conſtruit à la diſtance de trente pieds du grand fourneau, un petit fourneau chargé de cent livres, pour ſavoir ſi le rameau bourré ſeroit crevé comme les galeries ouvertes. Voici l'effet qui ſuivit. La grande galerie qui étoit éloignée de trente-deux pieds de la chambre, fut crevée ſur ſoixante & quatorze pieds de long ; la ſeconde, éloignée de vingt-quatre, & celle où j'avois fait conſtruire la voûte de maçonnerie, fut crevée ſur quarante & un pied de long, quant à l'étançonnement, & ſur vingt pieds, quant à la maçonnerie. Celle qui communiquoit aux deux autres, fut crevée ſur toute ſa longueur ; la galerie la plus baſſe a été crevée de trente-huit pieds. Je fis enſuite mettre le feu au petit fourneau, qui à la vérité prit feu ; mais la terre ayant été bouleverſée par l'effet du Globe de Compreſſion, il ne fit que ſouffler ; en ſorte que s'il y avoit eu des ouvriers à couronner le grand entonnoir, ils n'auroient couru aucun riſque. La terre où l'épreuve a été faite, eſt ſablonneuſe, mais mêlée d'un peu d'argille ; les étançons étoient pourtant ſi forts, & les galeries ſi ſolidement conſtruites, que je crois ſans peine que cela a ſuppléé au peu de réſiſtance de la terre. La néceſſité de cette épreuve me fait deſirer de plus en plus tout ce qui viendra de vous ; & tout ce que vous voudrez m'envoyer me ſera infiniment précieux, & je me ferai un plaiſir de ſaiſir les occaſions où je pourrois vous témoigner mon affection. A Potſdam, le 12 Mai 1754.

FRÉDERIC.

Digitized by Google

COPIE d'une Lettre du Capitaine-Ingénieur LE FEBVRE à M. DE BELIDOR.

J'ai l'honneur de vous envoyer ci-joint le plan de l'épreuve que j'ai faite par ordre du Roi le mois paſſé, & dont je vous ai déja parlé dans ma derniere Lettre. Je vous dirai que nous n'avons eu qu'un terrein de ſable mouvant & fort ingrat : j'ai jugé que ſi un ſemblable terrein étoit plus ſuſceptible de compreſſion, la ligne de moindre réſiſtance devoit réſiſter moins à proportion ; ce qui m'a déterminé à mettre le centre de mes poudres ſous une ligne de quinze pieds de moindre réſiſtance au-lieu de douze : & ſelon l'épreuve, j'ai bien fait. Mon fourneau étoit environné de trois galeries à différentes diſtances & différentes profondeurs ſous l'horiſon, comme vous pourrez le voir par les plans & les profils. Il y avoit outre cela une galerie qui paſſoit à vingt & un pieds ſous le fourneau. Après avoir fait jouer la mine, la premiere galerie G I, de cent & cinq pieds de longueur, maçonnée ſur trente pieds, depuis H juſqu'au débouché du point I, s'eſt trouvée crevée du côté de la maçonnerie, juſqu'à quarante pieds du centre du fourneau ; de façon qu'il n'eſt reſté depuis P juſqu'en I que neuf pieds de maçonnerie, encore étoient-ils reſté extérieurement à plus de quatre pouces de leurs pieds droits. Il eſt à remarquer que la force de cette partie de galerie étoit d'autant plus grande, qu'étant déja faite de bois de la même force de toutes les autres, on y avoit ajouté la force de la maçonnerie. La même galerie G I. a été crevée du côté de ſon entrée juſqu'à quarante-deux pieds du centre du fourneau ; ainſi elle a été crevée depuis T juſqu'en P ſur une longueur de ſoixante-cinq pieds, de cent & cinq qu'elle avoit. Elle étoit de cinq pieds de hauteur & de trois

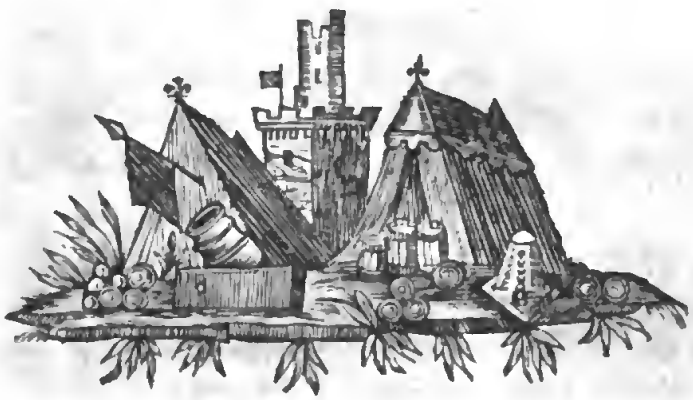
de

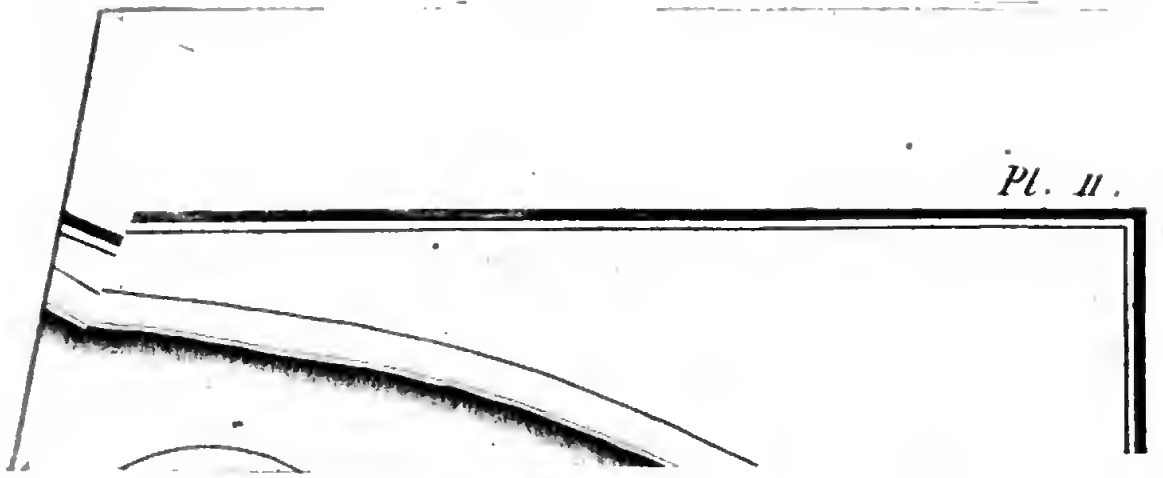
quatre de largeur dans œuvre ; elle étoit auſſi de vingt pieds de profondeur ſous l'horiſon du côté du puits, & de moins du côté de l'entrée à proportion de ce que le terrein alloit en inclinant de cinq pieds trois pouces ſur cent. La ſeconde galerie L K s'eſt trouvée crevée ſur toute ſa longueur qui étoit de cinquante-quatre pieds, une de ſes extrêmités L étant à près de cinquante-deux pieds du centre du fourneau, & l'autre extrêmité K étant à quarante-ſept pieds & demi. Elle étoit de même hauteur & largeur que la premiere, mais à douze pieds ſeulement de profondeur ſous l'horiſon. La troiſieme galerie N M a été crevée juſqu'à quarante-huit pieds du centre du fourneau, & du côté de ſon entrée juſqu'à quarante-neuf pieds. Elle a donc été ſur la longueur de ſoixante & douze pieds, de cent & cinq qu'elle avoit été : elle étoit de même hauteur que les autres, mais à dix-ſept pieds de profondeur ſous l'horiſon du côté du puits. La quatrieme galerie F A, qui étoit à trente-ſix pieds ſous l'horiſon, & à vingt-un ſous le centre du fourneau, a été crevée horiſontalement ſur la longueur de trente-neuf pieds, & ſur celle de quarante-trois, meſurés diagonalement du centre du fourneau A juſqu'au point de la galerie V. Tous les chaſſis des galeries étoient compoſés de poutrelles de ſapin de ſix & huit pouces quarrés, y ayant par-tout deux pieds d'intervalle d'un chaſſis à l'autre ; le deſſus, les côtés, le fond même étant parfaitement bien garnis de bouts de planches d'un & demi pouce d'épaiſſeur, pouſſés à force entre la terre & les chaſſis, les unes ſervant à recouvrir les autres, de façon que le ſable, quelque mouvant qu'il pût être, ne pût paſſer en aucun endroit. Elles ont été jugées par tous ceux qui les ont vues, plus fortes que la maçonnerie. L'entonnoir de la mine a eu ſoixante-ſix pieds de diametre ſur dix-ſept à dix-huit de profondeur ; elle étoit chargée de trois mille cinq cents

livres. J'y avois ajouté un petit fourneau D, au bout du rameau C D, qui étoit chargé de cent & dix livres de poudre, & bourré comme il ſe pratique ordinairement ; parce que je voulois voir ſi, après l'effet de la grande mine, on y pourroit encore mettre le feu ; ce dont pourtant je n'avois jamais douté. Car il eſt preſqu'impoſſible que tout le terrein ſe trouve tellement comprimé à une certaine diſtance, que l'auget en ſoit totalement briſé, & la fauciſſe ſéparée de façon que la poudre ne puiſſe plus ſe communiquer. Il faudroit encore pour cela qu'il ſe trouvât de la terre ou du ſable entre ; ce qui eſt du tout impoſſible. Le petit fourneau a donc pris lorſqu'on y a mis le feu ; mais il n'a fait que ſouffler dans le grand entonnoir ; de ſorte que toutes les pieces, même celles qui avoient ſervi à bourrer près de la caiſſe, n'étoient point ſorties de terre, & nous les avons trouvées, en fouillant, dans le même arrangement qu'elles avoient été poſées ; ainſi une telle mine n'auroit fait ſon effet que juſqu'où le feu auroit pu ſe porter : car comme je viens de le dire, il n'eſt pas ſorti un morceau, ni des bois, ni des briques, ni des gazons qui avoient ſervi à bourrer la mine. On a vu auſſi après, que le grand entonnoir étoit égal par-tout ; ce qui n'auroit point été ſi la petite mine avoit fait un grand effet. Il eſt à remarquer que je n'ai marqué les diſtances du centre du fourneau que juſqu'aux lignes des galeries qui l'environnent intérieurement. Le terrein, comme je l'ai déja dit, alloit en inclinant de cinq pieds trois pouces ſur cent ; ce qui formoit une eſpece de glacis. J'avois commencé par faire creuſer un bout de tranchée, au fond de laquelle j'avois fait un puits & trois entrées de galeries, dont le commencement alloit en taluant comme une deſcente de foſſé : c'eſt ce qu'on peut voir par les profils. Il y avoit outre cela deux puits plus haut, afin de pouvoir deſcendre dans les galeries après que la mine eut

Digitized by Google

ſauté, & voir juſqu'où l'effet s'en eſt fait. Comme cette épreuve ſe trouve d'une nature un peu différente de la vôtre par rapport au terrein, à la diſpoſition des galeries, & à la charge, je ne doute pas que vous n'en tiriez des conſéquences particulieres. Sa Majeſté a été extrêmement ſatisfaite de la réuſſite; & pendant pluſieurs jours, il n'a été queſtion que de vous, tant chez le Roi, que dans le puits. Sa Majeſté, afin que cela ne parvienne pas à la connoiſſance des étrangers, a défendu à ſes Gazetiers d'en rien marquer dans leurs Gazettes. J'eſpere, MONSIEUR; que vous voudrez bien m'en dire ce que vous en penſez; je ſais que Sa Majeſté a écrit à M. d'Argenſon ainſi qu'à vous.




Pl. II.

NOUVEAU

TRAITÉ

DU

NIVELLEMENT.

DÉDIÉ AU ROI DE PRUSSE.

Digitized by Google

AU ROI.

SIRE,

Après avoir rempli l'Europe de la gloire de vos armes, vous avez deſtiné le temps de la paix à la réformation de la Juſtice, au progrès des Sciences, du Commerce & des Arts, à tout ce qui peut contribuer au bonheur de vos Peuples. La communication entre les différentes Provinces eſt d'un ſi grand avantage, qu'un des premiers ſoins de VOTRE MAJESTÉ ne pouvoit

Digitized by Google

manquer d'être la jonction des rivieres de votre Royaume, la conſtruction des canaux & des écluſes qui pouvoient la faciliter.

Après avoir inſpiré aux hommes l'amour de la gloire & le reſpect des Loix, rien en effet n'eſt ſi digne d'un Souverain que ces grands Ouvrages qui changent en quelque ſorte la ſurface de la terre, qui forment des Ports dans les lieux qui étoient à la merci des tempêtes, qui forcent les fleuves de porter leurs eaux à la Mer par des routes nouvelles & plus utiles.

Dans le Livre que je mets aux pieds de VOTRE MAJESTÉ, je lui rends en quelque façon compte du travail dont elle m'a fait l'honneur de me charger, & j'oſe lui préſenter quelques pratiques nouvelles dont j'ai eſſayé d'enrichir l'Art. Je ſuis avec le plus profond reſpect,

SIRE,

DE VOTRE MAJESTÉ,

Le très-humble & obéiſſant
Serviteur,
LE FEBVRE.

Digitized by Google

AVANT-PROPOS.

ON a reconnu par les dégrés du Méridien qui ont été meſurés en Laponie, en France & au Pérou, que l'axe de la terre étoit de 18340 toiſes plus petit que le diametre de l'Equateur, & que le rapport de l'un à l'autre étoit comme 177 à 178.

Il réſulte de ces nouvelles Obſervations, que la terre doit être applatie vers les poles; que ce ſeroit une erreur, & en même-temps donner une fauſſe idée de la figure de la terre que de la ſuppoſer ſphérique; mais comme cette erreur ne porte aucun préjudice ſenſible aux opérations d'un nivellement, & que la matiere deviendroit immenſe, ſans être pour cela plus utile, ſi l'on vouloit avoir égard à la différence des lignes dans tous les ſens, & ſelon les différents lieux par où l'on ſeroit obligé de paſſer en nivellant, j'ai conſervé l'hypotheſe de la terre ſphérique, comme la

figure la plus propre au but que je me ſuis propoſé dans ce Traité, qui n'a proprement pour objet que de diriger l'œil & la main de celui qui eſt chargé de l'ouvrage d'un grand nivellement.

Si la différence de la figure de la terre cauſoit quelqu'erreur, ce ſeroit dans le hauſſement du niveau apparent par-deſſus le vrai ; mais cette erreur ne ſeroit ſenſible qu'à une très-grande diſtance.

M. Picard, de l'Académie Royale des Sciences de Paris, ſuppoſe dans ſon *Traité du Nivellement*, la terre ſphérique, & en détermine le diametre de . . . . . 6538594 toiſes de France, qui, réduites en verges du Rhin, font . . . . . 3382031 verges.

M. de Maupertuis & les autres nouveaux Obſervateurs, tant au Nord qu'à l'Equateur, ont trouvé que l'axe de la Terre devoit être de 6525600 toiſes de Fr., & le diametre de l'Equat. de 6562480 toiſes, deſquelles ſommes ajoutées enſemble, ſi l'on prenoit la moitié, ce ſeroit . . . . . 6544040 toiſes qu'on pourroit prendre pour le diametre en tous ſens.

Cette ſomme, réduite en verges du Rhin, feroit 3384848 verges pour le diametre, qui ſeroit alors plus grand que celui de M. Picard de 2817 verges, ou environ 2 lieues de France; & en conſéquence, on devroit à la rigueur ôter de chaque ſomme marquée dans la table pour le hauſſement des diſtances $\frac{1}{131}^{e}$ partie; ce qui pourtant, quand bien même on le laiſſeroit, ne pourroit cauſer aucune erreur ſenſible.

Car ſuppoſons un coup de niveau de 250 verges, ce qui ne laiſſe pas déja d'être conſidérable dans une pratique qu'on veut être exacte; ſi pour ces 250 verges, on trouve dans la table des hauſſements 2 pouces 9 lignes, il s'agiroit d'en ôter $\frac{1}{134}^{e}$ partie; ce qui revient à peu près à $\frac{1}{4}$ de ligne, & de dire que le hauſſement du niveau apparent par-deſſus le vrai pour 250 verges, eſt de 2 pouces 8 lignes $\frac{1}{4}$, & ainſi des ſommes des autres diſtances; ce qui dans la pratique revient au même, & m'a engagé à laiſſer la table des hauſſements telle que je l'ai inſérée dans le Traité, en ſuppoſant la terre ſphérique, & ſon diametre tel que M. Picard l'a ſuppoſé.

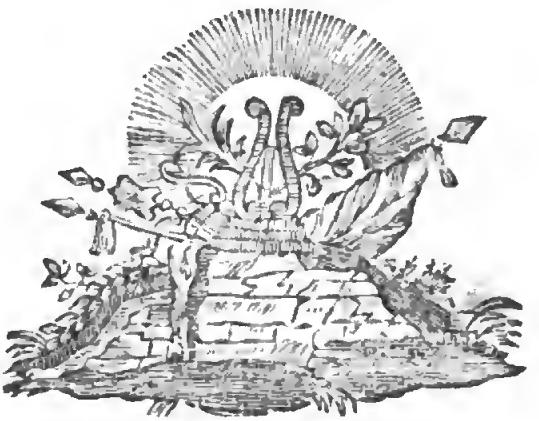
Il eſt à obſerver que la verge du Rhin a 12 pieds, & la toiſe de France 6 pieds; mais que la différence

du pied de France à celui du Rhin eſt celle de 29 à 30, c'eſt-à-dire que 29 pieds de France ſont 30 pieds du Rhin.

J'ajouterai que dans les ouvrages qui concernent les eaux, comme ſont les Digues, les Ecluſes, les Moulins, les Canaux, &c. lorſqu'il s'agit de quelque nivellement conſidérable, on ne ſauroit y procéder avec trop d'exactitude & de circonſpection. Mais comme un bon nivellement dépend principalement d'un bon Niveau, Meſſieurs Picard, De Lahire, Huyghens, Roemer & pluſieurs autres, ſe ſont fort appliqués à perfectionner cet inſtrument, chacun par des moyens différents pour arriver au même but.

Quoique ſelon le ſentiment général, M. Picard ait été celui de ces Académiciens qui a le mieux réuſſi, j'ai cependant remarqué dans la deſcription de ſon niveau quelques inconvénients qui ne marquent pas qu'il ſoit parvenu au degré d'exactitude requis dans ces ſortes d'ouvrages : mais comme ſon inſtrument eſt fort bon, à quelques petites corrections près qu'il étoit aiſé de faire, j'ai fait conſtruire à Berlin, à l'imitation du ſien, un niveau, qui étant fondé ſur les mêmes principes, a les mêmes propriétés ; l'ayant rendu, au

reſte, plus commode & plus exact dans la pratique, par les changements que j'y ai fait. C'eſt ce qui m'a donné lieu de traiter cette matiere avec un peu plus de détail que l'on n'avoit fait juſqu'ici, ayant eu l'occaſion de l'approfondir dans le grand nivellement que j'ai fait des Rivieres de Havel & de Sprée, comme on le verra dans ce Traité, où je crois n'avoir rien laiſſé à deſirer ſur un ſujet de cette importance.



Digitized by Google

NOUVEAU TRAITÉ
DU
NIVELLEMENT.

CHAPITRE I.

De la Théorie du Nivellement.

1. L'ART de niveller eſt celui de connoître de combien un point pris ſur la ſurface de la terre eſt plus bas ou plus élevé qu'un autre point pris ſur la même ſurface : ou ce qui eſt le même, de combien il eſt plus ou moins éloigné du centre de la terre. En quoi conſiſte l'Art de niveller.

2. Cet art conſiſte en deux choſes principales, qui ſont, 1°. de chercher, trouver & marquer deux ou pluſieurs points de Voyez l'Avant-propos.

dante, eſt par la tangente au cercle, lorſque le point d'attouchement eſt préciſément au milieu de la ligne : car alors les extrémités marqueront des points de niveau, comme il ſera démontré.

marquer deux points de vrai niveau.

7. Mais ſi le point d'attouchement à la circonférence eſt à une des extrémités de la ligne, ou bien en quelqu'autre partie qui ne ſoit pas le milieu, alors elle ne marquera plus que le niveau apparent, puiſqu'une de ſes extrémités ſera plus éloignée de la circonférence que l'autre. *Exemple.*

La tangente marque à ſes deux extrémités des points de vrai niveau, dès que le point d'attouchement eſt au milieu de la ligne.

8. La tangente B C marque deux points du vrai niveau, en B & en C, parce que le point d'attouchement D eſt exactement au milieu de la ligne, & que les deux extrémités ſont également éloignées de la circonférence & du centre A.

PLANCHE I. *Fig. III.*

9. La tangente D C ou E D C marque deux points de niveau apparent, parce que le point D, où elle touche la circonférence, n'eſt pas au milieu de la ligne ; ce qui fait qu'une de ſes extrémités eſt plus près de la circonférence que l'autre, qui en s'en éloignant, s'éloigne à proportion du centre. C'eſt ce qui fait la différence du niveau dont nous parlerons enſuite.

PLANCHE I. *Fig. IV.*

La tangente au cercle dont le point d'attouchement n'eſt pas au milieu de la ligne, marque ſeulement le niveau apparent.

10. Dès qu'une ligne eſt tangente au cercle, elle eſt néceſſairement perpendiculaire au rayon qui aboutit au point de la circonférence où touche la ligne ; on peut donc ſe ſervir du rayon du cercle pour déterminer cette tangente, & par ce moyen marquer des points de niveau. *Exemple.*

La tangente au cercle eſt perpendiculaire au rayon.

11. Soit le centre de la terre A, le rayon A B, & la tan- *Fig. V.*

gente C B D, les deux extrémités C & D ſont également éloignées du point d'attouchement B; elles marquent par conſéquent deux diſtances égales, qui, avec le rayon A B, font de chaque côté les angles égaux, étant tous les deux droits; ainſi je dis que les deux extrémités de la tangente C D marquent deux points de niveau, parce qu'elles ſont également éloignées du centre A.

12. *Démonſtration.* Les deux triangles A B C, A B D, ſont rectangles en B, puiſqu'ils ſont formés par une tangente dont le point d'attouchement à la circonférence eſt à l'extrémité du rayon B. Les deux côtés B C, B D, ſont égaux par la poſition. Le rayon A B eſt commun à tous les deux: il s'enſuit donc que les deux côtés A C & A D, oppoſés aux angles droits, ſont égaux; que les points C & D ſont également éloignés du centre A, & par conſéquent de niveau, puiſque les lignes qui meſurent leurs diſtances ſont égales.

Si d'un point pris ſur le rayon, on tire des côtés oppoſés des lignes égales, faiſant avec le rayon des angles égaux, les extrêmités de ces lignes ſeront de niveau.

13. Il s'enſuit auſſi de cette démonſtration, que ſi d'un point pris ſur le rayon, on tire de part & d'autre des lignes droites à égales diſtances, quand bien même elles ne ſeroient pas perpendiculaires ſur le rayon, leurs extrêmités marqueront pourtant des points de niveau, dès qu'elles feront avec le rayon les angles de chaque côté égaux, quels qu'ils puiſſent être. *Exemple.*

PLANCHE I. *Fig. VI.*

14. Soit la ligne B A qui marque le rayon au centre de la terre: Si du point B, pris ſur ce rayon, on tire les lignes B C & B D, faiſant avec ce même rayon les angles de chaque côté égaux, comme de quatre-vingt-quinze degrés chacun, alors les deux extrêmités C, D marqueront des points de ni-

Digitized by Google

veau, puiſque les lignes qui meſurent leur diſtance juſqu'au centre ſont égales. Car il eſt bien évident que ce n'eſt pas l'ouverture d'un angle de quatre-vingt-dix degrés qui fait les diſtances égales, mais l'égalité d'ouverture de chaque côté.

15. Il ſeroit cependant en quelque façon mieux dans la pratique du nivellement, que les lignes qui doivent marquer le niveau, & qui ſont dites lignes de nivellement, fuſſent perpendiculaires ſur le rayon, ou du moins qu'elles en approchaſſent de ſi près, qu'au cas que les diſtances ne fuſſent pas abſolument égales, cela ne cauſât point d'erreur ſenſible dans l'opération.

Du Niveau apparent.

16. Lorſque la ligne de nivellement ſera perpendiculaire ſur le rayon, en le touchant par une de ſes extrêmités, alors l'autre extrêmité marquera le niveau apparent; & pour avoir le vrai niveau, il ne s'agira que de connoître le hauſſement du niveau apparent par-deſſus le vrai.

Le niveau apparent eſt une ligne droite formée par le rayon viſuel & perpendiculaire ſur le rayon d'un cercle, auquel elle touche par une de ſes extrêmités.

Des hauſſements du Niveau apparent.

17. Pour connoître le hauſſement du niveau apparent par-deſſus le vrai, pour une certaine diſtance, il faut premiérement quarrer la diſtance, & diviſer enſuite le produit du quarré par le diametre de la terre, reconnu, ſelon les obſervations de M. PICARD, pour être de 3382031 verges du Rhin. Le quotient donnera la différence; d'où l'on voit qu'il s'enſuit que les hauſſements du niveau apparent ſont entr'eux comme les quarrés de

En quoi conſiſte le hauſſement du niveau apparent par-deſſus le vrai.

Voyez l'Avant-propos.

leur diſtance, & qu'ainſi la différence eſt plus ou moins conſidérable, ſelon que la ligne qui meſure la diſtance a plus ou moins d'étendue ; car alors l'extrêmité de cette ligne s'éloigne à proportion de la circonférence du cercle, à meſure qu'elle s'éloigne du point où elle la touche. *Exemple.*

PLANCHE I. *Fig. VII.*

18. Soit le centre de la terre A, l'arc B C qui marque le vrai niveau, & la tangente B E D qui marque le niveau apparent ; il eſt aiſé de voir que la ſecante A D ſurpaſſe le rayon A B de la diſtance C D, & cette diſtance C D marque la différence du niveau apparent par-deſſus le vrai. On voit auſſi que ſi la ligne ne s'étendoit que juſques en E, la différence ne ſeroit pas ſi grande que lorſqu'elle s'étendra juſques en D, & qu'ainſi la différence ſera plus conſidérable à meſure que la ligne aura plus d'étendue.

Qu'il ne faut pas faire attention aux hauſſements, ſi la ligne ne paſſe pas vingt-cinq verges.

19. Si cependant la diſtance n'excédoit pas vingt-cinq verges, le hauſſement ne ſeroit pas conſidérable, & il ne ſeroit pas néceſſaire d'y faire attention ; mais ſi elle étoit de cinquante, cent verges, &c. alors l'erreur qui en réſulteroit deviendroit ſenſible, & demanderoit qu'on y eût égard. C'eſt pour cela que j'ai inſeré la Table ci-après, où j'ai calculé les hauſſements du niveau apparent par-deſſus le vrai, depuis vingt-cinq juſqu'à ſeize milles verges.

Digitized by Google

Table des hauſſemens du Niveau apparent.

Diſtances.	Verges.	Pieds.	Pouces.	Lignes.	Diſtances.	Verges.	Pieds.	Pouces.	Lignes.
25	0	0	0	0 — 1/12	300	0	0	4	0
50	0	0	0	1 — 1/3	400	0	0	7	1
75	0	0	0	3	500	0	0	11	2
100	0	0	0	5 — 1/3	1000	0	3	6	7
125	0	0	0	8 — 1/3	2000	1	2	2	3
150	0	0	1	0	4000	4	8	9	3
200	0	0	1	9 — 1/4	8000	18	11	1	0
250	0	0	2	9	16000	75	8	4	0

20. On peut voir par cette Table de quelle conſéquence il eſt de faire attention aux hauſſements du niveau apparent par-deſſus le vrai, lorſque les diſtances ont une certaine étendue.

Qu'il faut auſſi prendre garde aux réfractions du rayon viſuel.

21. Outre l'attention que l'on doit faire aux hauſſements du niveau apparent, il y a encore à prendre garde aux réfractions, qui à la vérité ne ſont pas bien conſidérables lorſque l'on nivelle dans un temps ſerein, & que la ligne n'excede pas trois cents ou quatre cents verges; mais qui pourtant ne laiſſent pas que de nuire à l'exactitude.

De la Réfraction.

Ce que c'eſt que la réfraction.

22. La réfraction eſt lorſque le rayon viſuel, au-lieu de décrire une ligne droite du point d'obſervation au point de viſée, eſt rompu en chemin par l'athmoſphere qui l'oblige à ſe courber, d'autant plus ou moins que cet air vaporeux qui environne la terre, eſt plus ou moins condenſé. J'ai obſervé dans le temps de mes opérations, lorſque j'ai nivellé le matin qu'il faiſoit un peu de brouillard, que l'objet qui m'avoit paru alors dans le niveau, me paroiſſoit quelque temps après au-deſſous, & même

Digitized by Google

aſſez conſidérablement, pour une ligne d'environ cent & cinquante verges, qui étoit ordinairement mon coup de niveau. J'ai fait pluſieurs fois cette obſervation, & je crois que cela pouvoit m'arriver d'autant plus aiſément, que j'ai toujours nivellé terre à terre, & dans les endroits les plus bas, comme les plus convenables à mes opérations; mais comme j'ai auſſi toujours nivellé par milieu d'une ſtation à l'autre, c'eſt ce qui fait que je n'y ai pas fait plus d'attention.

La premiere méthode n'éxige point de rectification.

23. La premiere méthode pour marquer deux points de niveau comme nous l'avons expliqué, c'eſt-à-dire par la tangente dont le point d'attouchement à la circonférence eſt préciſément au milieu de la ligne, peut ſe pratiquer ſans rectification de l'inſtrument, ſans avoir égard aux hauſſements du niveau apparent par-deſſus le vrai, & en laiſſant l'inſtrument dans quelqu'état qu'il puiſſe être, pourvu cependant qu'il n'y arrive point de changement dans le temps de l'opération.

Nous dirons enſuite ce que c'eſt que la rectification d'un inſtrument.

On doit, en nivellant, ſe placer autant qu'il eſt poſſible au milieu & à égale diſtance des termes.

24. Mais afin de s'en ſervir avec ſuccès, on placera, autant qu'il ſera poſſible, l'inſtrument à égale diſtance des termes que l'on voudra niveller; car il eſt évident que ſi d'une même ſtation, avec un inſtrument qui demeure à même hauteur, & dont on ſe ſert toujours de la même maniere, on détermine deux ou pluſieurs points de viſée qui ſoient également éloignés de l'œil obſervateur, tous ces points ſeront également éloignés du centre de la terre, étant également élevés ou abaiſſés à l'égard du vrai niveau. C'eſt pourquoi ils ſeront tous de niveau entr'eux, quoiqu'ils ne le ſoient pas avec l'œil obſervateur.

PLANCHE I. *Fig. VIII.*

25. Soit l'inſtrument B placé à égale diſtance des termes C D,

Digitized by Google

les deux points de viſée E, F, marqués ſur les perpendiculaires C G, D H, ſont de niveau entr'eux, quoiqu'ils ne le ſoient pas avec le point de l'œil obſervateur B.

26. J'ai dit que pour ſe ſervir de cette premiere méthode avec ſuccès, il falloit, autant qu'il ſeroit poſſible, ſe placer entre & à égale diſtance des termes, quoique pourtant ce ne ſoit pas une néceſſité abſolue, comme nous le verrons dans la pratique du Nivellement, depuis le N°. 191 juſqu'au N°. 194.

Seconde Méthode.

Deuxieme méthode pour marquer deux points de niveau, d'une ſtation à l'autre.

27. Cette ſeconde méthode eſt pour niveller d'un point à un autre immédiatement, chacun des termes ſervant de ſtation. On peut s'en ſervir ſans rectification, comme avec rectification de l'inſtrument, & ſans avoir égard aux hauſſements du niveau apparent; mais alors elle demande un double nivellement fait de la premiere ſtation à la ſeconde, & réciproquement de la ſeconde à la premiere. Pour rendre la choſe plus intelligible, je vais en propoſer quelques exemples.

Cet exemple ſuppoſe un inſtrument rectifié pour marquer le vrai niveau à une certaine diſtance limitée.

28. Le premier ſuppoſe que l'inſtrument eſt rectifié, pour marquer le vrai niveau à une diſtance égale à celle des points d'une ſtation à l'autre.

29. Soient les deux termes B, E, par leſquels paſſe le prolongement des rayons B C, E D, qu'on peut, dans la pratique du nivellement, regarder comme deux perpendiculaires paralleles entr'elles, ſans courir riſque d'aucune erreur ſenſible. Si ſur ces deux perpendiculaires, on veut marquer deux points de niveau,

PLANCHE I. *Fig. IX.*

ſelon cette ſeconde méthode, il faut pour premiere ſtation, placer l'inſtrument au terme B, la hauteur de l'œil pour la premiere ligne de viſée ſera en F, & le point de viſée de l'autre côté en G. Pour ſeconde ſtation, il faut tranſporter l'inſtrument en E, & le placer, autant qu'il ſera poſſible, de façon que la hauteur de l'œil pour la ſeconde ligne de viſée, ſoit rapportée en G, premier point de viſée. Alors ſi le ſecond point de viſée ſe rencontre avec le premier point de l'œil F, c'eſt une marque que ces deux points ſont de niveau; car comme il eſt à ſuppoſer qu'il n'eſt arrivé aucun changement à l'inſtrument dans les deux opérations, & qu'il étoit dans le même état à chaque ſtation, il s'enſuit que les angles A G F, A F G ſont égaux par la poſition, & que par conſéquent les lignes A F, A G ſont égales entr'elles: c'eſt pourquoi les points F, G ſeront de niveau, étant également éloignés du centre A.

PLANCHE I. *Fig. X.*

30. Mais ſi la ſituation des deux termes étoit telle que la hauteur de l'œil, pour la ſeconde ligne de viſée, ne puiſſe être rapportée à la hauteur du point G, mais ſeulement en H, alors ſi le ſecond point de viſée marqué de l'autre côté en I, eſt autant éloigné du point F, comme H du point G, il s'enſuivra que les deux lignes F G, H I, quoiqu'elles ne ſe rapportent pas quant à la hauteur, ſeront pourtant paralleles, & leurs extrêmités par conſéquent de niveau.

Cas où la hauteur de l'œil ne peut être rapportée au premier point de viſée.

31. Mais ſi l'inſtrument hauſſoit ou baiſſoit la mire, alors les lignes de viſée ne ſe rapporteroient plus; elles ne ſeroient plus paralleles, & ne marqueroient plus le vrai niveau. Cela eſt vrai; mais elles ſerviroient à le marquer, comme il ſe verra dans l'exemple ſuivant.

Nous

32. Nous ſuppoſerons d'abord que pour la diſtance B E, l'inſtrument hauſſe la mire de ſix pouces; après avoir placé pour premiere ſtation l'inſtrument en B, la hauteur de l'œil au point F, & le point de viſée G pour la ſeconde ſtation, il faudra tranſporter l'inſtrument au terme E, & ayant rapporté la hauteur de l'œil au point G, il faut marquer le ſecond point de viſée plus haut que la premiere hauteur de l'œil, ſelon que l'inſtrument hauſſera la mire, comme ici de douze pouces, en H: pour lors les deux lignes de viſée ſont anti-paralleles, & font l'angle F G H. Si l'on diviſe cet angle en deux parties égales, ou ce qui eſt le même, ſi l'on diviſe la diſtance F H, comme ici au point I, parce que la ligne qui partage l'angle doit couper cette diſtance en deux parties égales, en paſſant par le même point I, alors ce point I avec le point G ſeront de niveau.

PLANCHE I. *Fig. XI.*

Ce que c'eſt que deux lignes anti-paralleles.

33. *Démonſtration.* Les angles A F G, A G H ſont égaux par la poſition, & l'angle au point A eſt commun pour les deux triangles A F G, A G H. Il s'enſuit donc que les autres angles reſtant dans ces deux triangles, comme A G F & A H G ſeront égaux. Car par la trente-deuxieme du premier Livre d'Euclide, les trois angles de tout triangle ſont égaux à deux droits: ſi donc on ajoute à l'angle A G F, l'angle F G I, la ſomme qui eſt l'angle A G I, ſera égale à la ſomme de l'angle A H G & de l'angle H G I, qui ſont égaux aux premiers. Mais dans le triangle I H G, par la même trente-deuxieme propoſition, l'angle extérieur A I G eſt égal aux deux intérieurs oppoſés A H G, H G I. Ainſi l'angle A I G ſera égal à l'angle A G I; par la ſixieme du premier d'Euclide, les lignes A G & H I ſeront égales, & par conſéquent les points G & I de niveau.

PLANCHE I. *Fig. XII.* 34. Si les deux anti-paralleles concourent au-dedans de l'angle, comme en cet exemple au point K : alors la ligne L K M menée par le point K, en ſorte qu'elle diviſe en deux également, les angles égaux H K F & I K G, coupera les deux diſtances F H & G I en deux parties égales, aux points L & M, qui ſeront les deux points de niveau.

PLANCHE I. *Fig. XII.* 35. *Démonſtration.* Aux deux triangles K F L, K G M, les angles au point K ſont égaux, & par la trente-deuxieme du premier Liv. d'Euclide, l'angle extérieur A F I du triangle K F L eſt égal aux deux intérieurs oppoſés K L F & F K L, de même l'angle extérieur A G H du triangle K G M eſt égal aux deux intérieurs G K M & K M G : ainſi les deux triangles A F I & A G H étant égaux par la poſition, de même les deux angles K L F, F K L pris enſemble, ſeront égaux aux deux angles G K M, K M G auſſi pris enſemble ; deſquels ſi l'on retranche les égaux F K L, G K M, les reſtants K L F ou A L M, K M G ou A M L ſeront égaux ; par la ſixieme du premier Livre d'Euclide, les côtés A L, A M du triangle, L A M ſeront égaux ; donc les points L, M ſeront de niveau.

PLANCHE I. *Fig. XIII.* 36. Enfin, ſi les anti-paralleles ne concouroient pas en-dedans, mais en-dehors de l'angle, comme en cet exemple au point K ; il faudroit alors diviſer l'angle F K H en deux également, par la ligne L I K qui coupera en même-temps en deux parties égales, les diſtances F H, O O, marquées ſur les perpendiculaires B C & E D, alors les points L & I ſeront de niveau. C'eſt la même démonſtration que la précédente.

Cas où les anti-paralleles concourent en-dehors de l'angle.

Les prolongements des rayons du

37. J'ai dit que le prolongement des rayons, comme dans

les exemples précédents B C de A B, & E D de A E, pourroit être regardé comme marquant des lignes perpendiculaires paralleles entr'elles ; ſans craindre aucune erreur ſenſible, à cauſe du grand éloignement des termes de chaque ſtation juſqu'au centre de la terre, & en comparaiſon du peu de diſtance d'un terme à l'autre ; d'où il s'enſuit qu'on peut auſſi ſans appréhender aucune erreur ſenſible, diviſer dans les exemples précédents, les angles formés par les anti-paralleles, en diviſant leurs baſes marquées ſur les perpendiculaires.

centre de la terre aux points des ſtations, peuvent être regardés comme paralleles.

38. On peut auſſi, par les exemples précédents de cette ſeconde Méthode, connoître de combien un inſtrument hauſſe ou baiſſe la mire, & le rectifier, ſoit pour lui faire marquer le niveau apparent, ſoit pour lui faire marquer le vrai niveau pour une certaine diſtance limitée.

On peut rectifier un inſtrument en connoiſſant de combien il hauſſe ou baiſſe la mire.

39. Nous parlerons plus amplement de cette rectification ou vérification d'un inſtrument, dans le Chapitre ſuivant ; mais avant que de finir celui-ci, nous aurons encore quelques remarques à faire.

40. Un inſtrument qui en baiſſant la mire marquera le vrai niveau, ne pourra le marquer que pour une certaine diſtance limitée, comme de cent cinquante ou trois cents verges, &c.

Ce qui réſulte d'un inſtrument qui baiſſe la mire.

41. Un inſtrument qui marque le niveau apparent, le marque à diſtance quelconque.

42. Si un inſtrument hauſſe ou baiſſe la mire à l'égard du niveau apparent, c'eſt une erreur qui croît ou décroît à raiſon

De l'erreur d'un inſtrument, comment elle croît & décroît.

des diſtances ; mais le hauſſement du niveau apparent par-deſſus le vrai, ſuit la raiſon doublée des diſtances, qui eſt celle de leur quarré.

PLANCHE I. *Fig. XIV.* 43. Nous ſuppoſerons dans cet exemple, qu'un inſtrument placé en B, marque la ligne de viſée C G, qui fait tel angle avec la ligne de niveau apparent C D F. Si pour la diſtance C E, ſuppoſée de cent cinquante verges, le niveau hauſſe la mire de trois pouces, il hauſſera de ſix pouces pour la diſtance C G de trois cents verges ; car les deux lignes E D, G F, étant menées paralleles, elles formeront les triangles ſemblables C D E, C F G ; ainſi par la quatrieme du 6e. Livre d'Euclide, C D ſera à D E, C F à F G.

44. J'ai ajouté que le hauſſement du niveau apparent par-deſſus le vrai, ne ſuivoit pas la raiſon des diſtances, mais celle de leur quarré ; car, comme dans le même exemple, le demi-diametre A C eſt à la tangente C F ; ainſi C D ou H D, tangente de la moitié de l'angle B A F, eſt à H F, à cauſe des triangles ſemblables A C F, D H F, qui ſont rectangles en C & en H, à cauſe des tangentes C D, H D, par la dix-huitieme du troiſieme Livre d'Euclide, & qui ont l'angle commun au point F : ſi on double le premier & le troiſieme terme de cette proportion, on aura, comme le diametre entier eſt à la tangente C F, ainſi le double de C D, que l'on ſuppoſe égal à C F, ſera à H F qui eſt la correction requiſe : c'eſt pourquoi le produit des termes moyens de cette derniere proportion, qui eſt le quarré de C F, étant diviſé par le premier terme, qui eſt le diametre de la terre, produira la correction H F. Or on peut ſuppoſer aux petits angles, tels que ſont ceux dont il s'agit

dans la pratique du nivellement, que le double de C D, eſt égal à C F ; par conſéquent, le diametre de la terre eſt à la diſtance C F des points que l'on veut mettre de niveau, comme même diſtance C F au hauſſement du niveau apparent par-deſſus le vrai.

45. Le calcul du hauſſement du niveau apparent par-deſſus le vrai, eſt en conſéquence de cette démonſtration ; on y verra donc que le hauſſement pour cent cinquante verges eſt d'un pouce, & pour trois cents verges de quatre pouces. Ainſi ſuppoſant que la ligne de nivellement B C hauſſe la mire de trois pouces pour cent cinquante verges, il faudra donc baiſſer le point de viſée de C en D de trois pouces pour marquer le niveau apparent de B en D ; & pour marquer le vrai niveau, il faudra encore baiſſer d'un pouce de D en E, puiſque pour la diſtance de cent cinquante verges, il y a un pouce de correction pour le hauſſement du niveau apparent.

PLANCHE I. *Fig. XV.*

Sur quoi eſt fondé le calcul du hauſſement du niveau apparent par-deſſus le vrai.

46. Mais ſi l'inſtrument, au-lieu de hauſſer la mire, la baiſſoit de trois pouces de D en F, alors pour marquer le niveau apparent, il faudroit ſe relever de trois pouces, & ſeulement de deux pouces pour marquer le vrai niveau, parce qu'au-lieu d'ajouter, comme à l'exemple précédent, il faudroit retenir un pouce pour la correction du niveau apparent.

47. Un inſtrument qui baiſſe la mire peut récompenſer le niveau apparent pour une certaine diſtance. Par exemple : Un inſtrument qui baiſſe la mire d'un pouce, récompenſe le hauſſement du niveau apparent pour cent cinquante verges, parce que le hauſſement de l'un, qui eſt un pouce, récompenſe le baiſſement de l'autre qui eſt auſſi un pouce.

Digitized by Google

Connoiſſant de combien un inſtrument baiſſe la mire, on connoîtra à quelle diſtance il marquera le vrai niveau.

48. De même lorſqu'on connoîtra de combien un inſtrument baiſſe la mire pour une certaine diſtance, il ſera aiſé de connoître à quelle diſtance il marquera le vrai niveau.

49. On ſait qu'un inſtrument baiſſe la mire de ſix pouces pour trois cents verges, & on veut ſavoir à quelle diſtance il marquera le vrai niveau; il faut 1°. chercher dans la Table ci-devant, N°. 20, le hauſſement du niveau apparent pour trois cents verges, & on le trouvera de quatre pouces. Enſuite en faiſant la regle de proportion comme ci-après, on trouvera qu'un tel inſtrument marquera le vrai niveau à quatre cents & cinquante verges.

50. Cette Regle eſt fondée ſur ce que nous avons déja dit, que l'erreur d'un inſtrument croît ou décroît en raiſon des diſtances, & que les hauſſements du niveau apparent ſuivent la raiſon de leur quarrée.

Regle de Proportion :

Si 4. 300 6

6

1800 | 4

200

450

CHAPITRE II.

Deſcription de pluſieurs Niveaux, & façon de les rectifier.

DU NIVEAU D'EAU.

51. DE tous les inſtruments dont on s'eſt ſervi juſques ici pour le Nivellement, celui que nous appellons Niveau d'Eau, parce que c'eſt de la ſurface de l'eau qu'il tire ſa juſteſſe & ſes propriétés, eſt le plus ſimple & le plus commode de tous. Il ſeroit auſſi un des meilleurs, s'il étoit poſſible que l'œil eût aſſez de juſteſſe pour ſaiſir exactement deux points de la ſuperficie de ſon eau à la diſtance de trois ou quatre pieds, qui eſt la longueur ordinaire de cet inſtrument, dont voici la deſcription.

52. Il conſiſte en un tuyau de fer blanc, ou de laiton, de forme cylindrique, d'environ quatre pieds de long, & d'un pouce de diametre, recourbé à angle droit, d'environ deux pouces & demi par ſes extrêmités, qui portent deux bouteilles de verre bien blanc, dont le diametre doit être un peu moindre que celui du tuyau dans lequel elles doivent être enchâſſées & bien ſcellées avec quelque cire ou maſtic. Elles doivent auſſi déborder le fer de trois ou quatre pouces, & être ouvertes par les deux bouts, afin qu'en mettant de l'eau dans l'une, elle puiſſe paſſer dans l'autre, dès que le niveau eſt poſé ſur ſon pied horiſontalement, pour ne faire dans l'une & l'autre qu'une même eau & une même ſurface.

PLANCHE II. *Fig. I.*

Deſcription du Niveau d'Eau.

Que tous les points de la ſuperficie de l'eau ſont de niveau.

53. Mais comme il eſt conſtant que tous les points de la ſuperficie de l'eau, ou de quelque liqueur que ce puiſſe être, dès qu'elle n'eſt point en mouvement, ſont de niveau; puiſqu'en tendant tous également au centre, ils en ſont également éloignés, il s'enſuit que dès que l'on peut ſaiſir juſtement deux points de cette ſuperficie, comme B C, & par ces deux points en marquer un troiſieme D ſur la même ligne à une certaine diſtance, ce dernier point avec les deux premiers marquera le niveau apparent, qui pourra, ſans craindre d'erreur ſenſible, être pris pour le vrai niveau: car comme il eſt pour l'ordinaire impoſſible que l'œil ſeul puiſſe voir diſtinctement un point ou une ligne à plus de vingt-cinq verges, il eſt de même moralement impoſſible que l'œil ſeul puiſſe bien diſtinctement donner un coup de niveau qui ſoit juſte à une plus grande diſtance.

54. Or comme nous avons dit au Chapitre précédent, Nº. 19, que ſi la diſtance n'excédoit pas vingt-cinq verges, il ſeroit inutile d'y faire attention pour le hauſſement; il s'enſuit donc que tout coup de niveau donné, ſoit avec l'eau, ſoit avec des pinules ſimplement, peut en toute ſûreté être regardé comme marquant le vrai niveau.

En quelle occaſion on peut ſe ſervir du Niveau d'Eau.

55. Ce niveau peut très-bien ſervir pour de courtes diſtances, vu que l'erreur ne peut pas être bien conſidérable, s'il ne s'agit que de quelques coups de niveau; mais dans un grand Nivellement, il ſeroit à craindre, ſi l'on n'y apportoit pas une extrême précaution, que l'erreur ne ſe multipliât par la quantité, à moins que le haſard ne fît que l'un récompenſât l'autre, ce dont pourtant on n'eſt jamais ſûr.

56. C'eſt

56. C'eſt ce qui a donné lieu à pluſieurs de travailler ſur cette matiere, & d'inventer d'autres inſtruments moins ſuſceptibles d'erreur, plus exacts & plus expéditifs pour ces ſortes d'opérations.

57. Comme Mrs. HUYGHENS, DE LAHIRE & PICARD ſont ceux qui ont en cela le mieux réuſſi, je vais rapporter la deſcription des inſtruments de leur invention, telle qu'elle eſt inſérée dans le *Traité du Nivellement* de M. PICARD, au ſixieme Tome des *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de Paris*.

Deſcription du Niveau de M. HUYGHENS.

58. La principale partie de cet inſtrument eſt une lunette d'approche d'un ou de deux pieds, ou plus, ſelon qu'on veut qu'elle faſſe plus d'effet. Elle eſt de deux ou de quatre verres convexes à la maniere ordinaire & aſſez connue; les deux faiſant voir les objets renverſés, & les quatre les remettant droits. Son tuyau eſt de laiton ou d'autre métal, de forme cylindrique, & paſſe dans une virole C qui l'enferme par le milieu où elle eſt ſoudée. PLANCHE II. *Fig. II.* La principale partie de ce niveau eſt la lunette.

59. Cette virole a deux branches plates pareilles, D, E, l'une en-haut & l'autre en-bas, chacune d'environ le quart de la lunette, de ſorte que le tout fait une maniere de croix. Au bout de ces branches ſont attachés des filets doubles, paſſés dans de petits anneaux, & puis ſerrés entre des pinces. De la virole qui tient la lunette.

60. L'une des dents de ces pinces eſt attachée au bout de PLANCHE II. *Fig. II.*

ſa branche fixement, & l'autre de maniere qu'elle ſe puiſſe ouvrir. Par l'un de ces anneaux, on ſuſpend la croix au crochet F, & par en-bas on attache à l'autre anneau (ſuivant ce qui ſera dit) un poids qui égale environ la peſanteur de la croix, & qui eſt enfermé dans la boîte G, dont il ne ſort que ſon crochet; ce qui reſte d'eſpace dans cette boîte, eſt rempli de quelqu'huile, comme de noix, de lin ou autre qui ne ſe fige point, par où les balancements du poids & de la lunette s'arrêtent promptement.

Du fil tendu au foyer du verre objectif.

61. En-dedans de la lunette, il y a un fil de ſoie, tendu horiſontalement au foyer du verre objectif, ſoit qu'il y ait un ou trois oculaires. Ce fil ſe peut hauſſer ou baiſſer par le moyen d'une vis que l'on tourne à travers le trou percé dans le tuyau de la lunette. La maniere d'ajuſter ce fil ſera expliquée ci-après.

PLANCHE II. *Fig. III.*

I eſt une virole fort légere, ne peſant que $\frac{1}{100}$ ou un 100 de la croix, qui s'arrête à tel endroit du tuyau de la lunette que l'on veut; & outre celle-ci, ſi la croix n'eſt pas bien en équilibre, c'eſt-à-dire, ſi le tuyau de la lunette n'eſt pas bien parallele à l'horiſon, l'on met quelqu'autre virole en-dedans de la lunette d'un poids ſuffiſant pour faire cet équilibre; en quoi pourtant il n'eſt pas requis une ſi grande juſteſſe.

Croix de bois plate à laquelle eſt ſuſpendue la machine.

62. Une croix de bois plate ſert à ſuſpendre la machine, ayant pour cela en-haut le crochet F, & à l'un de ſes bras la fourchette K, qui empêche le trop de mouvement latéral de la lunette, ne lui laiſſant qu'une demi-ligne de jeu. La boîte qui contient le plomb & l'huile, tient à la même croix, étant enfermée par les côtés & par le fond; & pour couvrir le niveau contre le vent, l'on applique contre la croix plate de bois,

PLANCHE II. *Fig. III.*

une croix creuſe auſſi de bois L, qu'on y attache avec deux ou trois crochets, de ſorte que le tout fait alors une boîte entiere.

Rectification de ce Niveau, & façon de s'en ſervir.

63. Pour ajuſter & rectifier ce niveau, on le ſuſpend par une de ſes branches, ſans y attacher le plomb par en-bas, & l'on viſe à quelqu'objet éloigné, remarquant l'endroit où donne le fil horiſontal, que l'on voit diſtinctement, auſſi-bien que l'objet; puis on ajoute le plomb en l'accrochant par l'anneau d'en-bas; & ſi alors le fil horiſontal répond à la même marque de l'objet, l'on eſt aſſuré que le centre de gravité de la croix eſt préciſément dans la ligne droite qui joint les deux points de ſuſpenſion, ſavoir où les deux filets ſont attachés aux branches, qui eſt la premiere préparation néceſſaire. Maniere de rectifier ce niveau. PLANCHE II. *Fig. 12.*

64. Mais ſi cela ne ſe trouve point, on en vient aiſément à bout par le moyen de la virole I, en obſervant que ſi la lunette baiſſe lorſque le poids eſt attaché, il faut avancer la virole vers le verre objectif, & la retirer au contraire, ſi la lunette hauſſe après avoir attaché le poids. Cela eſt vrai, ſoit que la lunette ſoit à quatre ou ſeulement à deux verres convexes; c'eſt-à-dire, ſoit qu'elle faſſe voir les objets droits ou renverſés.

65. L'ayant ainſi réduite à viſer au même point, ſans le plomb & avec le plomb, on tourne le niveau ſens-deſſus-deſſous, le ſuſpendant par la branche qui étoit en-bas & attachant le plomb par l'autre, parce qu'il fait arrêter plus vîte le mouvement, & que d'ailleurs cela eſt avantageux pour ce qui reſte à faire.

66. Que ſi alors le fil qui eſt dans la lunette donne au même point de l'objet que devant, l'on eſt aſſuré que le point eſt préciſément dans le plan horiſontal du centre du tuyau de la lunette, comme on le verra par la démonſtration.

PLANCHE II. *Fig. II.*

67. Mais ſi le fil ne donne pas au même point, on l'y réduira en le hauſſant ou baiſſant, par le moyen de la vis qui eſt pour cela, en obſervant de la hauſſer, s'il hauſſe, & de la baiſſer, s'il baiſſe en renverſant la lunette à chaque correction.

Vis pour hauſſer ou baiſſer la mire.

68. Après cela, l'inſtrument ſera parfaitement rectifié, ſans qu'il importe, ce qui eſt fort conſidérable, que le verre objectif, ni les oculaires ſoient bien centrés, ni rangés exactement en ligne droite; & l'on s'en ſervira enſuite avec ſûreté, pourvu qu'il n'y arrive point de changement: car le fil horiſontal marquera par-tout où l'on viſera l'endroit de l'objet qui eſt dans le plan horiſontal du centre de la lunette.

PLANCHE II. *Fig. II.*

Viſer ſans plomb & avec le plomb.

69. Mais quand il ſeroit arrivé quelques changements, on peut le ſavoir à chaque obſervation que l'on fait, en viſant 1°. avec le plomb attaché, enſuite ſans le plomb, & puis en renverſant la lunette. Et c'eſt en quoi conſiſte le principal avantage de ce niveau par-deſſus les autres, parce qu'il empêche qu'on ne puiſſe être trompé en s'en ſervant.

Du pied qui porte le niveau.

70. Le pied pour ſupporter la machine, eſt une plaque ronde de fer ou de laiton un peu concave, à laquelle ſont attachés par des charnieres trois bâtons d'environs trois pieds & demi. La boîte poſant ſur cette plaque en trois points, ſe peut tourner du côté que l'on veut, & la concavité ſphérique donne

moyen de la dreſſer avec facilité, juſqu'à ce que le plomb ait ſon mouvement libre dans ſa boîte; ce que l'on voit à travers l'ouverture M, faite au couvercle de bois. La peſanteur de ce plomb ſert à tenir la boîte ferme ſur le pied : mais on peut aiſément l'aſſurer encore davantage, ſi l'on veut, en faiſant un trou au milieu de la plaque creuſe. PLANCHE II. *Fig. II.*

71. Au-lieu d'enfermer dans la boîte G tout le poids, on peut y en mettre un tiers ou un quart ſeulement, & attacher le reſte à la même queue de fer, mais hors de la boîte. L'on obſervera alors, premiérement, avec le ſeul poids léger qui pend dans la boîte, puis avec l'autre ajouté par-deſſus, & en ajuſtant le fil horiſontal, on les y laiſſera tous deux; par ce moyen, les balancements de la lunette s'arrêteront promptement à toutes les opérations que l'on fera pour la rectification; au-lieu que n'attachant pas le poids du tout dans quelques-unes, ce mouvement ceſſe plus difficilement. PLANCHE II. *Fig. II.*

72. Le crochet F, auquel le niveau eſt ſuſpendu, peut être ſimplement attaché à la croix plate de bois; mais ici il eſt repréſenté attaché à une virole qui ſe hauſſe ou ſe baiſſe par le moyen d'une vis qui tient à l'anneau par lequel on porte la machine. Crochet auquel la croix eſt ſuſpendue.

73. L'avantage qui ſe trouve en cela eſt qu'en tranſportant l'inſtrument, on peut lâcher les filets de la croix, en la faiſant deſcendre juſques ſur la fourchette & ſur le petit bras courbé, & cela ſans ouvrir l'étui de bois. PLANCHE II. *Fig. II.*

74. Pour empêcher que l'huile de la boîte G ne puiſſe ſe

répandre, lorſqu'on porte le niveau en voyage, on peut boucher le trou de cette boîte par le poids même qu'elle enferme. On fera pour cela que le poids ſoit bien plat par-deſſus, & on l'attirera contre le couvercle de la boîte par le moyen d'une virole à écrou S.

75. Le tuyau N repréſente en grand celui qui au-dedans de la lunette porte le fil horiſontal. Il contient un reſſort qui eſt attaché à la fourchette Q, à laquelle le fil de ſoie tient avec de la cire. Ce reſſort tire la fourchette contre le morceau de laiton T, dans lequel entre la vis qui répond au trou H de la lunette, par lequel trou l'on peut auſſi tourner le tuyau N, pour faire que le fil devienne exactement horiſontal, ce dont on juge en regardant par la lunette.

Jugement de l'Auteur au ſujet du niveau de M. Huyghens.

76. S'il m'eſt permis de porter mon jugement ſur cet inſtrument, je dirai qu'il me paroît aſſez difficile d'attacher toutes les fois la croix & le poids avec tant de juſteſſe que la ligne de direction du centre de gravité détermine toujours un même angle avec le centre du tuyau de la lunette, qui eſt cenſé déterminer chaque fois la ligne de Nivellement par le rayon de viſée qui en ſort. Si l'on me dit que la peſanteur de la croix & du poids attaché détermine naturellement cet angle; à cela je répondrai que cela n'eſt pas prouvé, & qu'il me paroît aſſez difficile d'être ſûr d'attacher toujours la croix & le poids avec aſſez de juſteſſe pour cela. Outre qu'il ne me ſemble pas fort aiſé à manœuvrer, ni à tranſporter par la campagne avec ſon huile dans tous les lieux où on en auroit beſoin. Je crois pourtant que c'eſt encore un des meilleurs de tous ceux qui ont été faits.

Digitized by Google

Deſcription du Niveau de M. DE LA HIRE.

77. Ce niveau tire toute ſa juſteſſe de la ſuperficie de l'eau, que nous ſuppoſons également éloignée du centre de la terre, & il ne conſiſte que dans la maniere de faire nager ſur l'eau une lunette d'approche qui lui ſert de pinules comme aux autres niveaux. Niveau de M. de la Hire.

Dans la premiere figure A R C, B E T, ſont deux vaſes quarrés de bois ou de fer blanc, larges de quatre pouces & demi environ, & hauts de huit pouces. PLANCHE II. *Fig. I.*

Le tuyau C D ſert de communication à ces deux vaſes, afin que l'eau puiſſe paſſer aiſément de l'un dans l'autre; il doit avoir au moins un demi-pouce de diametre, & de longueur environ deux pieds & demi.

Le tuyau A B eſt attaché au haut des deux vaſes quarrés, & ſert de tuyau de lunette.

Le vaſe A R C eſt percé en R, vis-à-vis le tuyau A B, pour attacher en cet endroit un faux canon qui porte celui du verre oculaire, que l'on peut éloigner ou approcher ſuivant la néceſſité.

L'autre vaſe T B D eſt auſſi percé dans ſa partie T, vis-à-vis le tuyau A B, pour faire l'ouverture de la lunette.

On attache un petit plomb au milieu du tuyau A B, qui en battant ſur une marque faite au tuyau C D, fait voir quand les

deux vaſes ſont à-peu-près de niveau, pour y pouvoir mettre l'eau à même hauteur.

On doit mettre ſur les deux vaſes une légere couverture que l'on puiſſe ôter facilement ; elle ſert pour empêcher la lumiere de donner ſur le verre objectif & ſur les filets, afin que la lunette faſſe plus d'effet.

Il y a encore aux deux côtés de chaque vaſe deux petites lames de laiton ou de fer blanc, dont nous ferons la deſcription en parlant de leur uſage.

Boîtes qui portent les pinules.

78. La deuxieme figure repréſente une des deux boîtes qui portent les pinules pour les faire nager ſur l'eau ; elles doivent être faites de laiton fort mince, pour pouvoir nager plus facilement, & ne s'enfoncer qu'autant qu'il ſera néceſſaire, par le moyen du poids que l'on enferme au-dedans.

Le corps de ces boîtes eſt cylindrique, de deux pouces & demi de hauteur environ, qui doit être auſſi la grandeur du diametre de ſon cylindre ; il doit être bien fermé d'un couvercle par-deſſus, & au-deſſous il y a un chapiteau d'un pouce de hauteur vers ſa pointe E.

PLANCHE II. *Fig. I.* Le tuyau F G eſt ſoudé au-deſſus de la boîte ; il a de hauteur deux pouces, & de largeur un pouce ; la partie ſupérieure de ce tuyau eſt ouverte des deux côtés juſqu'à la hauteur d'un pouce, & dans chaque partie qui reſte au-dedans de l'ouverture, on attache une petite couliſſe qui ſert à porter le chaſſis de la pinule, qui ne doit y entrer que juſqu'à une certaine profondeur où il doit être arrêté.

L M

L M eſt un fil de laiton preſque auſſi long que la largeur du vaſe, & qui paſſe dans le milieu de ce tuyau un peu au-deſſous de la pinule. Ce fil ſert à entretenir la boîte & la pinule lorſqu'elle nage ſur l'eau, en ſorte qu'elle préſente toujours ſon ouverture à celle du tuyau de la lunette A B; il gliſſe entre deux petites aîles ou lames de fer blanc ou laiton, qui ſont attachées aux deux côtés de chaque boîte, & qui ſont auſſi longues & auſſi proches l'une de l'autre qu'il eſt néceſſaire pour empêcher que le fil de laiton qui tient au tuyau F G, ne vacille trop d'un côté ou d'un autre.

Il y a une ouverture au couvercle des boîtes au-dedans du tuyau F G pour y pouvoir mettre dedans une balle de plomb, ou un peu de mercure; ce qui empêche que les boîtes en flottant ſur l'eau, ne puiſſent pencher d'un côté ou d'autre; & la quantité du mercure, ou la balle de plomb doit être aſſez peſante pour faire enfoncer la boîte dans l'eau juſqu'à l'endroit du tuyau marqué I K, qui eſt un demi-pouce environ au-deſſus du couvercle de la boîte; on doit refermer enſuite la boîte avec une petite platine de laiton fort mince, que l'on attache bien tout autour avec de la cire molle.

Ces deux boîtes doivent être d'une figure fort égale dans toutes leurs parties; & lorſqu'elles ſont chargées des pinules & du plomb ou du mercure, elles doivent auſſi peſer également.

79. La troiſieme figure repréſente la pinule qui porte la croiſée des filets.

80. La quatrieme figure eſt celle qui porte le verre objectif.

Chacune de ces pinules eſt un petit chaſſis qui entre dans les couliſſes qui ſont aux deux côtés de la partie ſupérieure du tuyau FG.

Comme on met l'eau dans les vaſes.

On met dans les vaſes ARC, BDT, autant d'eau qu'il eſt néceſſaire pour faire élever les boîtes qui portent les pinules, en ſorte qu'elles répondent à l'ouverture du canon AB.

81. Ce niveau ſe peut tranſporter aiſément, en conſervant les boîtes & les pinules dans un étui, ſans qu'il ſoit beſoin de le rectifier toutes les fois que l'on s'en ſervira, & même en le portant d'un lieu à un autre en nivellant; il ne faudra jamais laiſſer les pinules dans les vaſes où eſt l'eau, de crainte que dans l'ébranlement du chemin il n'entre quelque goutte d'eau dans les tuyaux qui portent les pinules; ce qui feroit que les boîtes entreroit davantage dans l'eau, étant alors plus peſantes.

On pourra donner à cet inſtrument tel pied qu'on jugera le plus à propos, ou en le poſant ſur un petit banc pour l'élever un peu de terre, ou en l'attachant contre une planche, & le poſant ſur le bas du chevalet, ou enfin en ajoutant trois ou quatre bouts de tuyaux à charnieres aux deux boîtes pour y ficher des bâtons de telle grandeur qu'on voudra, qui lui ſerviront de pied; comme on fait ordinairement aux demi-cercles dont on ſe ſert en campagne pour lever des plans.

Deſcription du Niveau de M. PICARD.

82. La repréſentation de cet inſtrument eſt de telle maniere que l'on peut voir le dedans, comme ſi la partie qui ſe préſente

à la vue, étoit ôtée ; ou bien comme si elle étoit de verre, & que l'on pût voir au travers.

E F G H est un tuyau quarré qui sert pour la lunette, lequel on fait de quelque matiere solide & ferme, comme fer ou laiton assez fort, en sorte qu'il ne puisse pas être facilement corrompu. PLANCHE II. *Fig. V.* Tuyau quarré de la lunette.

E F est un petit chassis qui porte le verre objectif.

E G est un autre chassis qui porte deux filets de ver à soie très-déliés, qui s'entrecoupent au foyer de l'objectif. Chassis qui portent les filets.

83. Le verre objectif & ces filets ainsi attachés ensemble dans le tuyau, servent de pinules pour le niveau. Du verre objectif.

Le petit tuyau D est celui qui contient le verre oculaire que l'on peut enfoncer ou retirer, selon la disposition de l'œil de celui qui observe, sans que pour cela il arrive aucun changement à la disposition du verre objectif & des filets. PLANCHE II. *Fig. V.* Du verre oculaire.

La lunette est fortement attachée à angle droit avec le tuyau K, en sorte que l'on ne peut pas remuer l'un sans l'autre.

L & M sont deux arcs-boutants courbes qui servent à entretenir la lunette avec le tuyau, & pour incliner le niveau de côté & d'autre lorsqu'il est sur son pied.

84. A C est un cheveu qui est suspendu du point A, par une boucle que l'on fait à son extrémité, & cette boucle est passée sur une aiguille qui est appuyée par sa pointe contre une piece Du cheveu de perpendicule. PLANCHE II. *Fig. VI.*

de laiton qui s'éleve du fond de la boîte ou tuyau, afin que le cheveu ſoit en liberté de ſe mouvoir. Cette piece avec l'aiguille eſt repréſentée en particulier dans la figure 6e.

Du plomb.

85. Au bout du cheveu pend un plomb C que l'on fait d'une groſſeur ſuffiſante pour qu'il puiſſe tenir le cheveu bien tendu, ſans qu'il puiſſe ſe rompre.

Du point pris ſur la platine.

B eſt une platine d'argent enchâſſée à fleur ſur une piece de laiton, qui eſt autant élevée ſur le fond de la boîte que celle qui porte le centre au point A. Au milieu de cette platine, il y a un point qui ſert pour déterminer le niveau apparent, comme nous dirons dans la ſuite pour la vérification du niveau.

PLANCHE II. *Fig. V.*

Du point pris pour centre du perpendicule.

86. Du point A pour centre d'où le cheveu eſt ſuſpendu, on décrit un arc de cercle qui paſſe par le centre de la platine, & l'on y marque de côté & d'autre de petites diviſions égales qui y déterminent les minutes de degrés, s'il eſt poſſible; ce qui ſert à montrer de combien de minutes un objet eſt plus ou moins élevé que le niveau apparent. Cela ſe doit ſeulement entendre juſqu'au nombre des minutes qui ſont marquées ſur la piece de laiton.

Du verre objectif.

Le verre objectif doit être arrêté ſur le chaſſis E F, & ce chaſſis doit être immobile dans la boîte ou tuyau de la lunette.

Des chaſſis qui portent les filets.

87. Le chaſſis G H qui porte les filets, doit être auſſi bien attaché au corps de la même boîte; quelquefois pourtant on fait un double chaſſis qui porte les filets, & qui gliſſe juſtement dans une couliſſe qui eſt au premier chaſſis, & l'on attache un

Digitized by Google

reſſort dans la partie inférieure de ce premier chaſſis, qui pouſſe en-haut le ſecond chaſſis qui porte les filets, lequel repouſſe autant que l'on veut le bas par le moyen d'une vis qui perce a boîte de la lunette dans la partie ſupérieure où eſt l'écrou, & qui force le reſſort qui le ſoutient par-deſſus, comme la figure 7e. le fait voir. PLANCHE II. *Fig. VII.*

La queue N eſt une verge de fer roide & aſſez forte pour ne pas plier ; elle eſt attachée au long de la boîte de perpendicule, en ſorte qu'elle peut ſeulement monter & deſcendre en tombant juſqu'à terre ; elle ſert pour arrêter le niveau dans l'inclinaiſon où l'on veut le mettre. PLANCHE II. *Fig. V.*

88. Le pied ſur lequel on poſe cet inſtrument, eſt un chevalet comme les Peintres s'en ſervent pour ſoutenir leurs tableaux ; on appuye ſeulement le niveau par les arcs-boutants ſur les chevilles du chevalet, en ſorte qu'il peut ſe mouvoir ſur ces chevilles, & s'incliner de côté & d'autre. Du pied qui ſert à ſoutenir cet inſtrument.

On peut aiſément ajouter à chaque pied du chevalet un faux pied de fer en forme de verrouil, qui coule dans les crampons au long du pied de bois que l'on peut arrêter à la longueur que l'on veut par le moyen d'une vis, comme la figure V le montre aſſez clairement ; ce qui eſt d'une grande utilité pour allonger le pied du chevalet dans les lieux raboteux & inégaux. PLANCHE II. *Fig. V.*

89. On ne détermine point la longueur de cet inſtrument ; mais on doit ſeulement remarquer que plus il ſera grand, plus on obſervera avec juſteſſe.

Digitized by Google

90. Ceux dont nous nous ſervons ordinairement, ont la lunette de trois pieds de longueur, & le perpendicule de quatre pieds.

Quoique le tuyau de perpendicule ait communication avec le tuyau de la lunette, & que ſon filet ou cheveu paſſe au travers, cela n'y apporte pourtant aucun changement, étant imperceptible, parce qu'il eſt trop délié.

Deſcription d'un Niveau d'une nouvelle conſtruction.

Deſcription du niveau que j'ai fait conſtruire pour le nivellement des rivieres de Havel & de Sprée.

91. Ce niveau eſt compoſé d'une croix de fer marquée A, B, C, de cinq pieds de hauteur, & de quatre pieds de largeur. Les côtés oppoſés de cette croix ſont parfaitement égaux. Ils ont deux lignes d'épaiſſeur ſur un pouce de largeur; & pour que toute la croix ne ſoit pas ſi ſujette à ſe plier, elle eſt encore renforcée par quatre arcs-boutants courbés & renverſés qui la rendent plus ſolide, & ſervent à l'appuyer, comme la figure premiere le fait voir.

PLANCHE III. *Fig. I.*

Fig. I & II.

Des chaſſis qui portent la lunette.

92. Aux deux extrémités B C ſont attachés fortement deux chaſſis quarrés de cuivre ou de fer, pour être capables de plus de réſiſtance.

93. Ces chaſſis doivent porter une lunette de quatre pieds & demi de longueur; voici comment.

PLANCHE III. *Fig. I.*

94. Dans chacun des deux chaſſis ainſi attachés contre le fer, eſt enclavé un autre petit chaſſis qui ſe meut juſtement dans des couliſſes de haut en-bas, & de bas en-haut, & qui s'arrête par le moyen de quelques vis en-haut & en-bas, qui

Digitized by Google

preſſent l'une contre l'autre. Ce ſecond chaſſis eſt percé en rond pour recevoir le tuyau de la lunette de chaque côté : ce tuyau eſt de forme cilyndrique ; mais comme il ne fait pas toute la longueur de la lunette, on y ajoute la partie E B qui porte le verre objectif, & qui par la force de la vis, ſerre fortement le tuyau contre le chaſſis, afin qu'il ne ſoit pas ſujet à ſe déranger ni à ſe tourner.

95. On y ajoute auſſi le petit tuyau C F qui porte le verre oculaire, & qui s'enfonce dans le tuyau de la lunette, & s'en retire autant que l'exige la portée de la vue de celui qui obſerve, ainſi tout le corps de la lunette eſt de quatre pieds neuf ou dix pouces, en trois pieces. PLANCHE III. *Fig. I.*

96. Aux foyers de l'un & de l'autre verre, qui deviennent le même lorſqu'ils ſont rapportés enſemble, ſont poſés deux cheveux en croix, les plus fins & les plus déliés qu'il eſt poſſible, & ils y ſont ainſi poſés par le moyen d'un anneau de cuivre, auquel ils ſont attachés. Cheveux aux foyers des verres.

97. Celui de ces cheveux qui eſt poſé horiſontalement, ſert avec le verre objectif de pinules pour viſer à l'objet qui paroîtra renverſé ; parce qu'il n'y a que deux verres convexes ; mais comme il ne s'agit que d'obſerver diſtinctement un point ou une ligne, il importe fort peu que l'objet paroiſſe droit ou renverſé. Outre cela, l'œil y eſt d'abord accoutumé ; & la viſion plus claire qui en réſulte, fait qu'on préfere deux verres à quatre verres ; mais ſi l'on vouloit voir tout dans ſa ſituation naturelle, il n'y auroit qu'à ajouter encore deux verres oculaires convexes.

Digitized by Google

98. Les deux extrémités de la croix en-haut & en-bas, comPLANCHE III. *Fig. I.* me la figure le montre, ont chacune une ouverture. Près de chaque ouverture ſont attachées les deux platines rondes de cuivre H G. Au-deſſus de la premiere platine en I, eſt attaché un filet de perpendicule, au bout duquel eſt ſuſpendu un petit poids K d'environ une once & demi; ce qui fait un rayon de quatre pieds & demi, dont le centre eſt marqué I ſur le bord de la platine.

PLANCHE III. *Fig. IV.* 99. Ce perpendicule bat ſur la platine H, & ſon poids eſt reçu dans l'ouverture au-deſſous: outre cela il eſt bien couvert par une eſpece d'auget de boids appliqué contre le fer & parfaitement joint; de ſorte que le cheveu de perpendicule a ſon balancement libre, & qu'il ne peut être agité par l'air extérieur.

Comment le cheveu de perpendicule bat ſur la platine.

PLANCHE III. *Fig. I.* 100. Il y a ſur la platine quelques points marqués au choix de celui qui travaille; mais lorſqu'il s'eſt arrêté à un de ces points, & qu'il l'a fait exactement correſpondre avec le cheveu de perpendicule pour ſon premier coup de niveau, il doit pour le ſecond coup, lorſqu'il aura tourné ſon inſtrument, s'arrêter au même point, & le faire auſſi exactement correſpondre avec le cheveu, afin que cela faſſe abſolument avec la ligne de viſée un même angle quel qu'il puiſſe être; ce qui eſt aſſez indifférent, dès qu'on eſt bien placé à égale diſtance des termes dont on veut chercher le niveau, comme il a été démontré au Chapitre précédent.

Points marqués ſur la platine.

La juſteſſe de l'opération dépend du parfait accord du cheveu

101. Ainſi comme c'eſt du parfait accord du point pris ſur la platine avec le cheveu de perpendicule que dépend l'exactitude de l'opération, comme en étant la baſe, on ne ſauroit prendre

prendre trop de précautions pour faire la choſe avec le plus de juſteſſe qu'il eſt humainement poſſible. avec le point pris ſur la platine.

102. Il ſeroit à propos que cette partie baſſe qui découvre la platine & le poids de perpendicule, fût auſſi couverte de quelque façon, afin d'ôter tout accès à l'air extérieur qui pourroit encore mettre le petit poids en mouvement dans cette partie. PLANCHE III. *Fig. I.*

103. Pour cela je ne vois rien de mieux que d'y ajouter une eſpece de petite lanterne quarrée LM, avec trois verres bien nets & bien blancs, dont deux ſur les côtés & un devant; cette lanterne doit joindre parfaitement, & s'attacher à cette partie baſſe par deux vis fortes, de façon qu'on pourra l'ôter & la remettre comme on le jugera à propos.

104. On attache le filet de perpendicule à un bout de laiton B, qui étant paſſé en forme de clef dans un trou fait à la croix au-deſſus, & joignant la platine D, la déborde autant qu'il eſt néceſſaire pour que le filet ne faſſe que l'effleurer. Ce morceau de laiton eſt de forme cylindrique, comme la figure le montre. Il eſt auſſi percé d'un petit trou & un peu fendu par le bout. Le petit trou eſt pour recevoir une épingle C, à laquelle tient le filet qui eſt enſuite reçu dans la fente, pour être entretenu dans la même ſituation par rapport au centre qui doit être toujours le même. Cette piece eſt une des parties eſſentielles de l'inſtrument. PLANCHE III. *Fig. V.* Comment eſt attaché le filet de perpendicule.

105. Le chevalet N ſur lequel eſt appuyée la croix, a quatre pieds, & la ſoutient à environ quatre pieds & demi de PLANCHE III. *Fig. I.* Chevalet

sur lequel eſt appuyée la croix.

hauteur. Aux deux têtes du chevalet ſont attachées trois bandes de fer O O aſſez fortes, & qui ſortent de quelques pouces. Elles ſont percées en ſix endroits chacune pour recevoir deux broches de fer P qui y doivent être paſſées horiſontalement, & ſoutenir la croix appuyée deſſus par ſes arcs-boutants.

106. Au-lieu d'une quatrieme bande de fer qui devroit être pour ſoutenir la deuxieme broche, on la fait ſoutenir par une pince Q, dont le bas étant fait en vis, ſe hauſſe ou ſe baiſſe inſenſiblement par le moyen d'une petite virole R à écrou; ce qui rend l'inſtrument beaucoup plus facile à manœuvrer, lorſqu'il s'agit de hauſſer ou de baiſſer la mire.

PLANCHE III. *Fig. I.*

107. Tout le corps de la lunette, ainſi que les chaſſis, ſe démonte, & tout ſe met dans une boîte de longueur convenable pour n'être ſujet à aucun accident dans le tranſport. Le pied ſe plie auſſi comme celui d'une table; de ſorte qu'on peut monter & démonter l'inſtrument comme on le juge à propos.

108. Il eſt auſſi à remarquer que le cheveu qui eſt au foyer des verres ne change point; mais que ſelon le cas, on doit hauſſer ou baiſſer les extrémités de la lunette par le moyen des chaſſis qui la ſoutiennent.

PLANCHE III. *Fig. I.*

109. Il n'y a intérieurement dans le tuyau de la lunette qu'un verre objectif de quatre pieds & demi, & un oculaire de deux pouces.

110. Telle eſt la conſtruction de ce niveau que j'ai fait faire à l'imitation de celui de M. Picard, mais avec beaucoup de

Digitized by Google

changements, comme il eſt aiſé de le voir en les comparant l'un avec l'autre; ce que j'y ai ajouté ou diminué, n'ayant été que pour le rendre plus commode dans la pratique, & par conſéquent plus exact dans les opérations; ce ſont, au reſte, les mêmes propriétés & les mêmes démonſtrations.

111. Les côtés oppoſés de la croix de M. Picard ne ſont pas égaux, celui qui deſcend eſt plus long que les autres; par conſéquent la platine ſe trouve baſſe; ce qui demande plus de peine lorſqu'il s'agit d'examiner & de rapporter le cheveu de perpendicule ſur la platine.

En quoi ce niveau differe de celui de M. Picard.

112. Le chevalet ſur lequel eſt appuyée la croix de M. Picard, eſt à trois pieds comme celui d'un Peintre; en quoi je remarque un inconvénient qui eſt que, lorſque j'ai viſé d'un côté, & que j'ai tourné mon inſtrument pour viſer de l'autre, je me trouve, ſinon empêché, du moins aſſez incommodé, lorſque je veux examiner le filet de perpendicule du côté où ſe trouve le troiſieme pied, quoiqu'on puiſſe le mettre un peu de côté.

113. Lorſqu'il s'agit de hauſſer ou de baiſſer la mire, M. Picard ne me dit pas la façon dont je dois le faire, ſi ce n'eſt en portant la main ſur quelque partie de la croix pour la mouvoir ſur les chevilles qui la ſoutiennent, juſqu'à ce que l'on voye que le filet de perpendicule correſponde parfaitement avec le point. Cette façon de manœuvrer, qui eſt pourtant celle dont je crois que M. Picard s'eſt ſervi, entraîne après ſoi bien des difficultés, d'autant que cette manœuvre ne peut ſe faire que par petites ſecouſſes, & que la moindre petite choſe eſt capable de déran-

ger toutes les meſures que l'on auroit pu prendre auparavant ; ainſi, ſi Monſieur Picard a ſi bien réuſſi dans ſes nivellements, je crois que ce n'a été qu'avec de la peine & du temps, puiſqu'il ne marque pas qu'il ſe ſoit procuré aucune aiſance.

114. La lunette au niveau de M. Picard eſt de trois pieds, ici elle eſt de quatre pieds & demi. Son cheveu de perpendicule eſt de quatre pieds, ici il eſt de quatre pieds & demi. Enfin, M. Picard avance qu'il peut répondre de deux pouces pour cinq cents verges, & moi je réponds d'un pouce, avec autant plus de certitude, que j'en fais tous les jours la vérification à chaque coup de niveau que je donne.

Maniere de ſe ſervir de ce Niveau.

Comment on doit ſe ſervir de ce Niveau.

115. Après avoir marqué l'endroit où l'on doit ſe placer par rapport aux termes que l'on veut niveller, on y poſe le chevalet que l'on calle bien, en faiſant entrer les pointes de fer qui ſont à chaque pied le plus avant dans la terre qu'il eſt poſſible. On paſſe enſuite les broches de fer dans les trous des bandes, comme il a été dit N°. 105 ; & après avoir bien ajuſté le filet de perpendicule, on poſe doucement la croix ſur les broches qui doivent la ſoutenir, & on y ajoute la barre T X, par le moyen d'une charniere à boulon au point V de la croix. A l'extrémité de cette barre eſt attaché un poids de fer X, afin que par ce poids, ce ne ſoit pas la barre qui obéiſſe à la croix, mais la croix qui obéiſſe à la barre, puiſque c'eſt elle qui doit diriger ſon inclinaiſon.

116. Si la lunette n'eſt point encore montée, on la monte

Digitized by Google

alors, on l'ouvre & on met le cheveu qui eſt au foyer des verres, ſur la ligne horiſontale en tournant le petit tuyau CF qui le porte.

Des aides qui doivent préſenter les perches.

117. Il eſt à ſuppoſer que celui qui travaille & qui doit obſerver, aura envoyé à chaque terme de ſon nivellement un aide, qui doit être un homme intelligent, pour lui préſenter une perche BC d'environ dix pieds de hauteur, qu'il doit tenir toujours bien perpendiculaire & droite ſur le terme. PLANCHE III. *Fig. VII.*

118. A eſt une planchette de bois léger, qui doit ſe mouvoir juſtement de haut en-bas, & de bas en-haut, le long de la perche, à laquelle elle eſt jointe par une enveloppe de fer I qui eſt par-derriere. Cette enveloppe eſt percée en écrou, afin de recevoir une clef F fait en vis, qui doit ſerrer fortement la planchette contre la perche; de ſorte qu'elle ne puiſſe pas être dérangée lorſqu'on aura fait ſigne de l'arrêter. PLANCHE III. *Fig. VI.*

119. Chaque perche, comme la figure ſeptieme le fait voir, eſt diviſée en pieds, pouces & lignes, & la planchette qui eſt d'un pied en quarré, eſt auſſi diviſée horiſontalement en deux parties égales, dont une ſera tout-à-fait noire, & l'autre blanche. Le derriere de cette planchette doit être auſſi tout-à-fait noir.

120. Il eſt néceſſaire pour la commodité de celui qui tient la perche, qu'il ait attaché à ſa planchette un bâton DE d'environ trois pieds de long, qui deſcende le long de la perche, de façon que l'un & l'autre ne lui faſſe qu'une poignée, afin qu'il puiſſe aiſément hauſſer ou baiſſer ſa planchette d'un bout à l'autre de ſa perche. PLANCHE III. *Fig. VII.*

Digitized by Google

121. Si la perche de dix pieds ne ſuffit pas, il pourra en faire couler une ſeconde le long de la premiere.

Trois choſes à conſidérer dans le coup de niveau.

122. Ainſi dès que tout ſera bien diſpoſé, alors celui qui obſerve, a trois choſes à conſidérer dans le coup de niveau.

123. La premiere, de viſer directement au terme.

124. La ſeconde, que le filet de perpendicule batte tellement ſur la platine, qu'il ne faſſe que l'effleurer ſans la toucher.

125. La troiſieme, de hauſſer ou baiſſer la mire autant qu'il ſera néceſſaire, juſqu'à ce que l'on voye que le cheveu de perpendicule batte avec une extrême préciſion ſur le point de la platine qu'on aura choiſi.

126. Pour remplir le premier objet, il n'y a rien de plus aiſé, en pouſſant avec le doigt une des broches ſur laquelle la croix eſt appuyée.

127. Le ſecond objet demande un peu plus de peine; il faut avancer & reculer la barre qui poſera ſur une planchette Z, miſe à terre le plus horiſontalement qu'il ſera poſſible; & cette planchette doit être couverte de quelqu'étoffe ou toile, afin que la barre ne puiſſe pas gliſſer trop aiſément deſſus. Cette barre bien manœuvrée, en dirigeant l'inclinaiſon de la croix, dirigera le filet de perpendicule pour lui faire effleurer la platine ſans la toucher.

PLANCHE III. *Fig. I.*

128. Le troiſieme objet ſe remplit aiſément en hauſſant ou

baiſſant un des côtés de la croix, par le moyen de la pince Q, qui ſoutient une des broches ſur laquelle la croix eſt appuyée ; ce qui fait hauſſer ou baiſſer la mire autant qu'on le juge néceſſaire.

129. Dès que ces trois objets ſont parfaitement remplis, on regarde par la lunette ; & ſoit par la voix ou par ſignes, on fait hauſſer ou baiſſer la planchette, juſqu'à ce que l'une ou l'autre de ſes extrémités horiſontales ſoit dans l'interſection du filet qui ſert alors de pinules. Et lorſqu'on voit que tout correſpond parfaitement, on fait ſigne à l'aide de ſerrer la clef, & d'arrêter la planchette ſur ce point, qui ſera celui de viſée. PLANCHE III. *Fig. I.*

130. Cette opération étant faite pour le premier terme, il faudra faire la même choſe pour le ſecond, en laiſſant le chevalet dans la même ſituation. L'opération étant faite pour le premier terme, comment on ſera pour le ſecond.

131. On commencera par détacher la barre TX, en ôtant le boulon de la charniere V, & on la poſera contre le chevalet. Il faut enſuite prendre la croix au-deſſous des arcs-boutants, la ſoulever & lui faire faire un demi-tour entre ſes mains, pour la repoſer après ſur les mêmes broches dont on l'aura levée. Et après avoir remis la barre comme elle étoit auparavant, le reſte de l'opération ſe fera comme au premier terme. Et ainſi de même toutes les fois qu'on ſera obligé de tourner & retourner la croix, pour la vérification particuliere de chaque coup de niveau dont nous parlerons enſuite.

132. Lorſque le terrein m'a été favorable, & que je n'ai pas été incommodé par le vent, je n'ai guere mis plus d'une Qu'il ne faut pas plus d'une heure pour donner un

coup de niveau de 250 verges.

heure pour niveller deux termes de deux cents cinquante verges de diſtance.

Deſcription d'un ſecond Niveau auſſi d'une nouvelle conſtruction.

133. Ce ſecond niveau a les mêmes propriétés, & eſt fondé ſur les mêmes principes que le précédent. Il ne s'agit que de quelques changements que j'y ai fait pour le rendre encore plus commode dans la pratique, comme on le verra par cette deſcription.

Raiſons qui m'ont engagé à faire ce ſecond niveau : changemens que j'y ai fait.

134. Quoique je me ſois ſervi avec ſuccès du niveau dont je viens de faire la deſcription & le détail, ainſi que du chevalet ſur lequel il eſt appuyé & de la façon de le manœuvrer, je me ſuis pourtant apperçu qu'il étoit incommode d'être obligé de lever chaque fois cette croix de deſſus ſon pied, pour la tourner & retourner tantôt d'un côté & tantôt d'un autre, comme auſſi de diriger par le tâtonnement cette barre qui détermine l'inclinaiſon de la croix ; & j'ai jugé que pour remédier à ces inconvénients, & approcher de la perfection le plus qu'il eſt poſſible dans cette matiere, je devois faire en ſorte de faire tourner toute la machine ſur ſon centre, afin de pouvoir diriger la ligne de viſée de tel côté que je voudrai, ſans pour cela rien changer dans la diſpoſition. C'eſt pourquoi je voudrois au-lieu d'un chevalet, l'appuyer ſur une eſpece de lanterne dont l'uſage ſoit aiſé, & dont voici la deſcription.

Deſcription de ce deuxieme niveau & de la lanterne qui doit por-

135. Cette lanterne ſera compoſée de deux tablettes rondes A, B, de bon bois, chacune de deux pieds de diametre ſur trois quarts de pouce d'épaiſſeur, & percée de quatre trous, dont

dont un au centre, & les trois autres à égale distance vers la circonférence, comme la figure le fait voir. ter diamétralement la croix de fer. PLANCHE IV. *Fig. I.*

136. Ces trois trous seront pour recevoir trois montants de bois C faits comme de petites colonnes d'environ 4 pieds & demi de hauteur; observant que leur diametre soit d'un tiers plus petit en-haut qu'en-bas; c'est-à-dire qu'elles soient en-bas de deux pouces, & en-haut de seize lignes, comme la figure le fait voir. PLANCHE IV. *Fig. II.*

137. Chacun de ces montants sera fait en vis par le gros bout B, pour y être reçu dans les trous de la premiere tablette qui seront en écrou, afin qu'ils y demeurent dressés & fortement attachés pour recevoir ensuite la seconde tablette, en faisant passer chacun de ces trois montants par les trois trous; de sorte qu'elle viendra reposer à la hauteur de deux pieds au-dessus de la premiere tablette. On passera en même-temps par-dessus trois viroles F de bois, percées en écrou, qui assureront & serreront fortement la seconde tablette, afin qu'elle ne soit pas sujette à s'ébranler. *Fig. III.*

138. Enfin, au haut de chaque montant, seront attachées trois bonnes fiches de fer X faites en vis, qui recevront un cercle de bois du même diametre que les tablettes, & dont la bande sera de deux pouces de largeur sur neuf lignes d'épaisseur. *Fig. I & II.*

139. Ce cercle sera fortement serré par trois viroles *r* de fer, percées en écrou, pour y être passées dans les trois fiches; de sorte que le tout sera comme une lanterne solide qui posera sur une espece de chandelier triangulaire, dont les deux côtés au-

ront deux pieds & demi de longueur ſur deux pouces d'épaiſſeur.

Fig. I. Du chandelier triangulaire ſur lequel poſe & tourne la lanterne.

140. Du centre de ce chandelier triangulaire s'élevera une barre de fer ronde D de huit lignes de diametre, & d'environ deux pieds de hauteur, qui étant paſſée par les trous du centre des tablettes, leur ſervira d'axe ſur lequel on pourra les tourner & retourner de quelque côté que l'on voudra; obſervant que ledit chandelier ſoit poſé ſur le terrein le plus horiſontalement qu'il ſera poſſible, & qu'il y ſoit bien aſſuré par trois pointes de fer miſes à ſes trois angles E, comme la figure le fait voir.

141. Mais afin que la premiere tablette qui ſera comme la baſe, ne ſoit point ſujette à un frottement de toute ſa ſurface, il ſera bon d'y attacher un cercle tout autour, qui déborde d'environ $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{3}$ pouce, afin qu'il n'y ait plus que la circonférence qui ſoit ſujette au frottement, & qui pour cet effet doit être bien unie & bien polie.

142. Telle eſt la conſtruction de cette lanterne, dont l'uſage eſt encore plus aiſé que celui du chevalet, en ce qu'on peut la monter & démonter autant de fois que l'on veut pour la commodité du tranſport.

143. On voit auſſi par le plan & la deſcription de cette machine, qu'elle eſt aſſez ſolide pour recevoir diamétralement la croix que l'on poſera deſſus, à peu près de la même façon que ſur le chevalet, c'eſt-à-dire ſur des broches de fer I, paſſées horiſontalement par les trous des bandes H auſſi de fer, qui ſeront attachées ſur la bande du cercle, & s'éleveront à une certaine

PLANCHE IV. *Fig. I.*

hauteur. Il ſera auſſi attaché ſur la même bande une pince avec une virole G, comme au chevalet, qui ſervira de même pour hauſſer ou baiſſer la mire.

144. Il y aura de plus, que la barre TX, que j'ai dit dans la deſcription du niveau précédent, devoir tomber juſqu'à terre pour diriger l'inclinaiſon de la croix, ne viendra plus que juſqu'à la bande du cercle en M, où elle ſera dirigée par une virole L, qui comme celle de la pince, ſervira à l'avancer ou à la reculer, & par ce moyen déterminera beaucoup plus aiſément l'inclinaiſon de la croix par rapport au filet de perpendicule. Je dis beaucoup plus aiſément, parce que cette barre étant par-devant au-lieu d'être par-derriere, fera qu'en même-temps que l'œil obſervera, la main pourra agir & diriger. PLANCHE III. *Fig. I.* PLANCHE IV. *Fig. I.* PLANCHE IV. *Fig. II.*

145. Pour la croix & le filet de perpendicule, ils pourroient très-bien demeurer dans le même état, comme je l'ai dit dans la deſcription précédente.

146. Cependant lorſque je ferai faire un ſecond niveau, j'y ferai encore les changements ſuivants. Des changements à faire du premier au deuxieme niveau.

147. 1°. Je retrancherai les ouvertures qui ſont à la croix de fer, près des deux platines que j'attacherai preſqu'au bout de la croix O; de ſorte que le poids de perpendicule P, qui premiérement étoit reçu dans une ouverture, tombera un peu plus bas que le défaut de la croix, & ſera reçu dans la petite lanterne M, comme il a été dit. PLANCHE III. *Fig. I.* PLANCHE IV. *Fig. I.*

148. 2°. La bande de la croix de haut en-bas, au-lieu d'être

plate & unie, ſera ronde & creuſe, de même que l'auget qui ſervira à la recouvrir, & cet auget y ſera proprement joint par deux charnieres V; de façon qu'il ſera libre de l'ouvrir & de la fermer, comme l'on voudra, pour y ajuſter le filet de perpendicule.

149. 3°. Je ferai les bras de la croix qui portent la lunette ſeulement d'un pied deux pouces de longueur de chaque côté, comme en la figure premiere Q R, obſervant d'y faire les chaſſis forts & capables de réſiſtance.

150. 4°. Le corps de la lunette qui eſt de trois pieces dans le premier, ſera de quatre dans celui-ci; c'eſt-à-dire, d'un tuyau cylindrique d'environ deux pieds quatre pouces de longueur qui paſſera par les chaſſis, & qui ne les débordera qu'autant qu'il ſera néceſſaire pour recevoir deux autres tuyaux R S, d'environ treize ou quatorze pouces, qui, par la force de la vis, ſe ſerreront mutuellement les uns contre les autres, pour ne faire qu'un corps de lunette, auquel ſera ajouté un petit tuyau Y qui portera le verre oculaire, & qui, comme dans la deſcription précédente, ſera enfoncé ou retiré autant que l'exigera la portée de la vue de celui qui obſerve.

151. 5°. Pour bien examiner le cheveu de perpendicule, il n'y aura à la petite lanterne N qu'un petit trou, afin qu'il ne ſoit pas permis à l'œil de voir le cheveu en tous ſens; & dans ce petit trou ſera enchâſſé un verre convexe qui ſervira de microſcope, pour groſſir, autant que l'on voudra, le cheveu de perpendicule & le point; ce qui eſt d'une extrême importance pour le voir nettement, & pour la grande exactitude requiſe en ce travail.

Digitized by Google

De la vérification du Niveau.

152. Je diſtingue deux ſortes de vérifications, celle du niveau & celle du nivellement.

Diſtinction à faire de la vérification du niveau & de celle du nivellement.

153. La vérification du niveau, ou à proprement parler, la rectification, eſt pour ſavoir de combien un inſtrument hauſſe ou baiſſe la mire, afin d'opérer en conſéquence, ou bien pour le corriger en lui faiſant marquer le niveau apparent.

154. La vérification du nivellement eſt pour ſe rendre certain ſi les coups de niveau ont été donnés juſtes, & par conſéquent ſi l'on peut faire quelque fond ſur le nivellement.

155. Lorſque M. Picard a avancé que la vérification du niveau par le renverſement eſt la plus indépendante, il a raiſon ſans doute; mais je ne vois pas comment il a pu l'exécuter avec ſon niveau, puiſque n'y ayant que d'un côté des arcs-boutants pour l'appuyer ſur les chevilles, il me paroît, ſinon impoſſible, du moins extrêmement difficile de le renverſer, le mettre à même hauteur, attacher avec ſa cire exactement le filet de perpendicule, manœuvrer la barre qui dirige l'inclinaiſon, mouvoir la croix ſur les chevilles ſans arcs-boutants, &c. Je ne crois pas non plus qu'il l'ait pratiqué. Mais avec les niveaux précédents, je puis le faire ſans difficulté, parce que les côtés & les arcs-boutants oppoſés ſont parfaitement égaux.

Que M. Picard ne peut que très-difficilement rectifier ſon niveau par le renverſement.

Rectification du Niveau par le renverſement.

156. Pour rectifier les niveaux ci-deſſus propoſés, par le renverſement, nous nommerons ſimplement centre le point A

Rectification du niveau par le renverſement.

d'où pend le filet de perpendicule, & centre de la platine le point B de la platine avec lequel on aura fait correſpondre le cheveu ; nous ſuppoſerons auſſi une diſtance de 150 verges comme CD.

PLANCHE IV. *Fig. IV.*

157. Ayant poſé le niveau en C, la hauteur de l'œil ſera E ; en viſant de E en F, on y fera marquer exactement le point de viſée F, & on obſervera avec une grande attention que dans le moment que l'on viſe le cheveu de perpendicule qui pend du centre, correſponde parfaitement avec le point B.

PLANCHE IV. *Fig. IV.*

158. Après cela on détachera le filet de perpendicule ; & après avoir renverſé l'inſtrument, on le rattachera de nouveau au même bout de laiton qui ſera porté d'une extrémité de la croix à l'autre, & paſſé de même au-deſſus de la platine, comme il a été dit N°. 104, & on fera en ſorte qu'il paſſe bien exactement par le point de la platine B, qui ſera alors regardé comme ſimplement centre ; & ayant repoſé la croix ſur les mêmes broches, comme elle étoit auparavant, on obſervera, en viſant pour la ſeconde fois vers le même objet, que le cheveu de perpendicule correſponde parfaitement avec le centre A de la nouvelle platine ; & ſi dans cette poſition le point de viſée F ſe rencontre dans l'interſection des filets, c'eſt une marque évidente que l'inſtrument eſt rectifié, & qu'il marque le niveau apparent.

Cas où le niveau hauſſeroit ou baiſſeroit la mire. *Fig. V.*

159. Mais ſi l'inſtrument hauſſe ou baiſſe la mire, comme on le propoſe en cet exemple, hauſſer de ſix pouces par-deſſus le niveau apparent pour cent cinquante verges, alors en renverſant l'inſtrument de la même façon que dans l'exemple précé-

dent, & obſervant que les deux centres ſoient toujours à-plomb, c'eſt-à-dire que le filet de perpendicule paſſe par le premier & batte exactement ſur le deuxieme, alors, dis-je, l'inſtrument baiſſera néceſſairement cette ſeconde fois d'autant qu'il avoit hauſſé la premiere, c'eſt-à-dire que s'il a hauſſé de F en G de ſix pouces, il baiſſera après le renverſement de F en H de ſix pouces auſſi; ainſi la diſtance G H ſera de douze pouces. Si l'on partage cette diſtance en deux parties égales, comme ici au point F, & qu'en hauſſant le bout de la lunette par le moyen des chaſſis, on y faſſe correſpondre l'interſection du filet, laiſſant battre le cheveu de perpendicule toujours exactement ſur le même centre de la platine, l'inſtrument ſera rectifié & marquera le niveau apparent.

Maniere de changer les centres des platines.

160. On pourroit auſſi le rectifier en changeant un des deux centres; car ſi dans la même poſition où la mire aura baiſſé de douze pouces au-deſſus du premier point de viſée, on la hauſſe des mêmes douze pouces, de façon que l'interſection des filets correſponde exactement avec le premier point de viſée, alors le filet du perpendicule ne battra plus ſur le même centre de la platine; mais pour l'y faire battre, il faudra faire un autre centre, comme du point *a*; ce qui ſera aiſé en tournant le bout de laiton qui porte le filet, juſqu'à ce que l'on voye que le cheveu batte exactement ſur le centre B de la platine. Et comme il s'agit alors de marquer un nouveau centre, il faudra pour cet effet prendre la moitié de la diſtance entre le centre A que l'on aura laiſſé, celui *a* à côté, en marquant au milieu exactement un point *b*. Ce point deviendra alors le centre de la nouvelle platine, tellement que ſi l'on renverſe l'inſtrument pour la troiſieme fois, & ſi l'on fait toujours pendre le filet de

PLANCHE IV. *Fig. V.*

ſon même premier centre, en le faiſant correſpondre parfaitement avec le nouveau centre D, la ligne de nivellement marquera le niveau apparent, & l'inſtrument ſera rectifié; on pourroit de la même façon changer le premier centre au-lieu de changer celui de la platine. Mais cette maniere de rectifier eſt plus propre pour la théorie que pour la pratique; car il eſt bien difficile de faire toutes ces diviſions avec la grande juſteſſe qu'elles exigeroient.

161. Outre cette façon de vérifier un inſtrument par le renverſement, nous en propoſerons encore deux autres, dont voici l'explication.

Seconde façon de rectifier un inſtrument.

Façon de rectifier un inſtrument ſur les bords d'un étang ou de quelqu'eau tranquille. *Fig. VI.* PLANCHE IV. *Fig. VI.*

162. Nous ſuppoſerons qu'on aura pris au bord de quelqu'étang ou de quelqu'eau claire qui ne ſeroit point du tout en mouvement, une diſtance de cent cinquante verges, & que l'on aura fait frapper à chaque terme les piquets A, B à fleur d'eau. Si l'on place l'inſtrument en A, de façon que la hauteur de l'œil ſoit en C, à quatre pieds & demi au-deſſus de la tête du piquet; ſi l'on éleve ſur l'autre piquet B une perche ſur laquelle on aura fait une marque auſſi à quatre pieds & demi, comme D; & ſi après cela, en viſant d'un terme à l'autre, le rayon de viſée ſe rencontre avec la marque D, ce ſera ſigne que l'inſtrument marquera le vrai niveau pour cette diſtance. Mais ſi ce même rayon de viſée donnoit un pouce au-deſſus comme en E, ce ſeroit une marque que l'inſtrument ſeroit rectifié pour marquer le niveau apparent. Si le rayon de viſée donnoit, par exemple, en F, ſix pouces au-deſſus de D, il faudroit alors baiſſer la mire de cinq pouces pour lui faire marquer le

le niveau apparent. Enfin, ſi le rayon de viſée marquoit ſix pouces au-deſſous en G, il faudroit élever la mire de ſept pouces, c'eſt-à-dire de ſix pour les ſix pouces qu'elle marqueroit plus bas que le vrai niveau, & d'un pouce pour lui faire marquer le niveau apparent, puiſque le hauſſement du niveau pour cent cinquante verges eſt d'un pouce.

Troiſieme façon de vérifier un inſtrument.

163. Cette troiſieme façon ne differe de la précédente qu'en ce que dans l'une, les deux points de niveau qui doivent ſervir pour la rectification de l'inſtrument, ſe trouvent naturellement marqués par la ſurface de l'eau ſur laquelle on ſeroit élevé de quatre pieds & demi à chaque terme; au-lieu que dans l'autre, il s'agiroit de chercher premiérement deux points de niveau, comme il ſe verra par l'explication ſuivante. Nous ſuppoſerons pour cette troiſieme façon de rectifier un inſtrument, comme pour les deux premieres, une diſtance de cent cinquante verges. Et ayant placé l'inſtrument en A au milieu & à égale diſtance des deux termes B, C, on en fera d'abord le nivellement, comme il a été dit au Chapitre premier, ſans rectification de niveau, & l'on marquera exactement ſur les deux perches de côté & d'autre, les deux points qui auront été trouvés de niveau, comme D, L. Enſuite tranſportant l'inſtrument en C, on mettra autant qu'il ſera poſſible le point de l'œil au point L, ou bien on y marquera exactement de combien il ſe trouvera au-deſſus ou au-deſſous. Si le point de l'œil eſt rapporté en L, & qu'en viſant de l'autre côté, le point D ſe trouve dans l'interſection des filets, ce ſera une preuve que l'inſtrument marquera le vrai niveau pour cette diſtance, & alors

PLANCHE IV. *Fig. VII.*

pour lui faire marquer le niveau apparent, il faudra hauſſer le bout de la lunette, par le moyen des chaſſis, juſqu'à ce que le point de viſée ſoit un pouce au-deſſus, qui ſera le hauſſement requis pour que l'inſtrument ſoit rectifié, & qu'il marque le niveau apparent.

164. Mais ſi le point de viſée ſe trouvoit plus haut, comme, par exemple, de quatorze pouces, en G, ce ſeroit une marque que l'inſtrument hauſſeroit de treize pouces, & par conſéquent il faudroit s'abaiſſer de treize pouces pour marquer le niveau apparent.

165. Si la ligne de viſée, au-lieu de marquer au-deſſus du point D, marquoit au-deſſous à la diſtance auſſi de quatorze pouces, en H, ce ſeroit une marque que l'inſtrument baiſſeroit de quinze pouces au-deſſous du niveau apparent, & par conſéquent pour le rectifier, il faudroit ſe relever de ces quinze pouces, ou ce qui eſt le même, d'un pouce au-deſſus de D.

166. Si par rapport au terrein, l'inſtrument ne pouvoit être apporté en L, mais ſeulement en I au-deſſus, ou en K au-deſſous, alors il faudroit marquer également, au-deſſus & au-deſſous de D, comme en E & F; les lignes tirées d'un point à l'autre ſeroient paralleles, & par ce moyen les mêmes obſervations ſe feroient de même façon que s'il étoit rapporté en L.

167. Ces deux dernieres façons de rectifier un inſtrument, ſont, ſelon moi, les meilleures & les plus commodes de toutes.

Cas où les deux termes ne pourroient être de niveau.

168. Mais s'il arrivoit que les deux termes ne puſſent être de niveau, il faudroit alors niveller réciproquement d'un terme

à l'autre, & voir de combien la ſomme des deux points de viſée ſeroit plus grande que celle des hauteurs de l'œil ; par exemple, ſi pour une diſtance de cent cinquante verges, la ſomme des points de viſée au-deſſus des termes ne ſurpaſſoit celle des hauteurs de l'œil que de deux pouces, ce ſeroit une preuve que l'inſtrument marqueroit le niveau apparent. Si elle ſurpaſſoit de ſix pouces, alors laiſſant deux pouces pour le hauſſement & prenant la moitié du reſte, ce ſeroit donc deux pouces dont la mire hauſſeroit au-deſſus du niveau apparent. Enfin, ſi la ſomme des points de viſée étoit de ſix pouces moindre que celle des hauteurs de l'œil, il faudroit prendre la moitié de ces ſix pouces qui eſt trois, & y ajouter deux pouces pour le hauſſement, ce qui feroit cinq pouces, dont la mire marqueroit plus bas que le niveau apparent. Ainſi connoiſſant de combien un inſtrument hauſſe ou baiſſe la mire, il ne s'agiroit que de s'abaiſſer ou de s'élever d'autant, avant que de quitter la ſtation.

De la vérification du Nivellement.

169. Cette vérification dépend en partie de la certitude que l'on peut avoir de la juſteſſe de ſon niveau, & de la façon de le manœuvrer. Mais comme cette matiere eſt ſi abſtraite, que quand bien même on ſeroit ſûr par les démonſtrations les plus convaincantes, que le nivellement eſt bon, ſi l'on a pris pour le faire toutes les précautions requiſes, il reſte cependant toujours quelque inquiétude dans l'eſprit de celui qui travaille, ſurtout lorſqu'il y a une diſtance conſidérable entre les deux termes extrêmes de ſon nivellement. Conſéquences de cette vérification.

170. Quelques Ingénieurs, pour acquérir la certitude de la La façon de vérifier un ni-

vellement en le recommençant eſt défectueuſe.

bonté de leur travail, l'ont recommencé pluſieurs fois : mais je ne trouve pas cette vérification bien ſûre ; car s'il ſe trouve de la différence toutes les fois qu'on le recommence, on ne peut guere ſavoir dans lequel du premier, du ſecond ou du troiſieme nivellement, on aura manqué ; ſi ce n'eſt qu'on prenne ceux qui ſe rapportent le mieux, & alors ce ſeroit toujours un ouvrage ſans certitude & ſans fin.

171. Pour moi, dans le grand nivellement que j'ai fait des rivieres de Havel & de Sprée, de tous les coups de niveau que j'ai donné, j'en ai fait la vérification dans le moment même, & ſans changer de ſtation de la façon la plus aiſée. Voici comment.

PLANCHE IV. *Fig. VIII.*

172. Suppoſons deux termes B, C, à la diſtance de deux cents cinquante verges ; l'inſtrument en A, à égale diſtance des termes. En viſant vers le premier, je fais marquer le point de viſée D ; enſuite en retournant l'inſtrument, je fais marquer au ſecond terme le ſecond point de viſée E ; ces deux points ſont de niveau, comme il a été démontré. Mais afin que je ſois ſûr que le niveau n'a point été dérangé, je le retourne pour la troiſieme fois, pour viſer dérechef vers le premier terme. Et ſi l'inſtrument n'a point été dérangé, le premier point de viſée déja marqué D, doit ſe trouver dans l'interſection des filets.

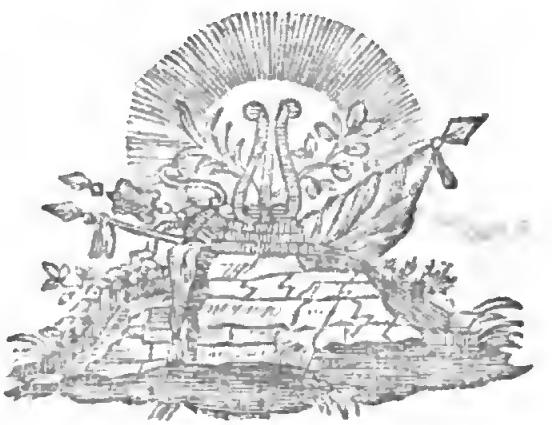
Façon de vérifier en changeant de point ſur la platine.

173. Enfin, pour la vérification encore plus convaincante, laiſſant l'inſtrument dans la même poſition, ſans le tourner, je hauſſe la mire juſqu'à ce que le cheveu de perpendicule batte exactement ſur un autre point de la platine à côté du centre ; ce qui fera que le point de viſée au terme B, ſe trouvera, par

Combien cette façon de vérifier

exemple F, de huit pouces plus haut que le premier point D. Enfin, en tournant l'inſtrument pour la quatrieme fois, & viſant vers le ſecond terme, le point de viſée G doit ſe trouver autant au-deſſus du premier point E, que F l'eſt au-deſſus de D, c'eſt-à-dire, qu'il y aura également de chaque côté huit pouces de différence; & ſi cela ne ſe rencontre pas juſte, il faudra alors redonner le coup de niveau, juſqu'à ce qu'il ne reſte aucun doute ſur la juſteſſe du coup. Il faut ajouter auſſi qu'il eſt d'une extrême importance, de marquer exactement les hauteurs, puiſque l'erreur d'un ſeul chiffre ſeroit capable de déranger toute la ſuite d'un grand nivellement, comme nous le verrons dans le Chapitre ſuivant.

m'a procuré cette tranquillité d'eſprit ſi néceſſaire dans ces ſortes d'ouvrages.



Digitized by Google

CHAPITRE III.

De la pratique du Nivellement.

Des inſtruments dont on doit être muni pour niveller.

174. NOUS ſuppoſerons pour la pratique du nivellement, que celui qui en ſera chargé ſera muni de tout ce qui eſt néceſſaire, comme d'un bon niveau; de trois perches de dix pieds de longueur chacune, & exactement diviſées en pieds, pouces & lignes; des inſtruments ordinaires, comme bouſſole, aſtrolabe, planchette, &c. pour lever la ſituation du terrein par où ſe doit faire le nivellement; afin, par ce moyen, de marcher le plus directement qu'il ſera poſſible du premier au dernier terme du nivellement : de deux aides intelligents; enfin, de tout ce qui peut contribuer à l'exactitude du travail, pour lequel on ne ſauroit prendre trop de précaution. Nous diſtinguons deux ſortes de nivellement, le ſimple & le compoſé.

Du Nivellement ſimple.

175. On appelle nivellement ſimple, quand on nivelle deux termes d'une ſeule ſtation, ſoit qu'elle ſoit entre les deux termes, ſoit qu'elle ſoit à l'un des deux.

176. Nous avons dit dans le Chapitre premier, les différentes méthodes pour marquer deux points de niveau; il s'agit à préſent d'expliquer la maniere de comparer avec leſdits points de niveau, les autres points qui marquent les termes du nivellement, pour connoître leur hauteur réciproque; par exemple,

PLANCHE V. *Fig. I.*

A, B, ſont les deux termes du nivellement; C, D, ſont les deux points de niveau; ſi on meſure la diſtance de A en C, & qu'elle ſoit de ſix pieds, on marquera ſur des tablettes, ou ſur un livret fait exprès pour cela, -- 6—0—0

Pieds. Pouc. Lig.

ſi enſuite on meſure la diſtance B, D, & qu'elle ſoit de neuf pieds, on écrira - - - - - - -- 9—0—0

ſi l'on ſouſtrait ſix de neuf, il reſtera - - - -- 3—0—0

dont B deuxieme terme eſt plus bas que A premier terme.

177. Dans ce premier exemple, les termes du nivellement ſont au-deſſous de la ligne & des points du niveau, comme il arrive ordinairement : mais s'il arrivoit qu'ils ſe trouvaſſent au-deſſus, comme en cet exemple, où A, B ſont les termes du nivellement, & C, D ſont les points de niveau : alors meſurant la diſtance A C de ſix pieds, & la diſtance de B D de neuf pieds, on écrira 6—0—0, & deſſous 9—0—0.

PLANCHE V. *Fig. II.*

Enſuite faiſant la ſouſtration, 6 de 9, il reſtera trois pieds dont B deuxieme terme ſera plus élevé que A premier terme.

6—0—0
9—0—0
3—0—0

178. Par où l'on peut voir que lorſque les termes du nivellement ſont au-deſſus de la ligne de niveau, ceux qui en ſont les plus près ſont auſſi le plus près du centre de la terre, & par conſéquent les plus bas, & qu'au contraire lorſque les termes du nivellement ſont au-deſſous de la ligne du niveau, ceux qui en approchent le plus ſont les plus éloignés du centre de la terre, & par conſéquent les plus élevés.

179. Enfin, ſi l'un des termes ſe trouvoit au-deſſus de la li-

gne de niveau, & l'autre au-deſſous comme en cet exemple, où B eſt trois pieds au-deſſus, & A neuf pieds au-deſſous, alors au-lieu de ſouſtraire, il faut additionner les deux ſommes enſemble, & il ſe trouvera douze pieds, dont A premier terme ſera plus bas que B ſecond terme.

Fig. III.

180. Cette façon de marquer & de calculer ſe pratique également pour le nivellement compoſé, comme pour le ſimple; faiſant attention cependant que dans le nivellement compoſé, il faut le faire avec le plus grand ordre & la plus grande exactitude qu'il eſt poſſible, parce que le moindre manquement ſeroit quelquefois capable de tout gâter ſans peut-être pouvoir y revenir, à moins qu'on ne recommence tout l'ouvrage.

Du Nivellement compoſé.

181. Le nivellement compoſé, à proprement parler, n'eſt autre choſe qu'un aſſemblage de pluſieurs nivellements ſimples relatifs l'un avec l'autre. Mais afin de rendre la choſe avec plus de préciſion & de netteté, nous propoſerons un nivellement à faire, & pour termes extrêmes du nivellement, les deux points A, N, pris ſur les deux rivieres de Zôme & de Belânn, deſquelles on voudroit connoître la hauteur réciproque, pour quelque raiſon que ce puiſſe être.

PLANCHE V. *Plan & Fig. IV.*

Ce qui doit précéder un nivellement.

182. Pour cet effet, celui qui ſera chargé du travail, choiſira un temps calme, & où les eaux ne ſont pas ſujettes à de grands changements, pour faire frapper en même-temps, à l'un & à l'autre terme, deux piquets à fleur d'eau, leſquels une fois mis, ne doivent plus être changés, ſous quelque prétexte que ce

ce puiſſe être, & quoiqu'il puiſſe arriver de l'une ou de l'autre part, par rapport à la crue ou à la diminution des eaux ; car alors il ne s'agira plus que de connoître de combien la tête d'un des piquets eſt plus ou moins élevée que celle de l'autre piquet ; ce qui déterminera la hauteur réciproque de deux rivieres priſes aux termes marqués.

Examen du terrein.

183. Il doit enſuite examiner le terrein entre les deux rivieres, & en faire un plan exact, qui lui ſervira de regle pour le chemin & la conduite qu'il doit tenir dans ſon nivellement.

184. Il aura donc remarqué que le chemin le plus court pour marcher de A en N, eſt par la ligne ponctuée A C, H N, & en conſéquence il diſtribuera ſon terrein, pour déterminer la quantité de ſtations qu'il doit faire pour marcher de A en N, comme ici douze, les unes de plus d'étendue que les autres, ſelon l'exigence des cas & du terrein.

Comment on doit marquer avec des piquets chaque terme du nivellement.

185. Il fera frapper à chaque terme, comme A, B, C, D, E, F, &c. des piquets d'un pied & demi de long, ſi le terrein eſt ferme, & de deux pieds & demi, ſi le terrein eſt mouvant ou ſablonneux : leſquels piquets ne déborderont la ſurface de la terre que de deux ou trois pouces, afin qu'on ne puiſſe pas les arracher aiſément, & qu'on puiſſe toujours les retrouver en cas de quelque accident qui pourroit arriver dans la ſuite d'un nivellement.

186. Il marquera auſſi avec des piquets frappés à un pied de terre, les endroits où devront être les ſtations, comme en 1,

2, 3, 4, 5, &c. Et ayant partagé une feuille de ſon livret en cinq colonnes, il commencera alors à niveller.

187. Sa premiere ſtation ſera 1 à égale diſtance des deux termes A, B, il y placera ſon inſtrument. La diſtance d'un terme à l'autre étant de cent ſoixante & ſix verges, la ligne de nivellement ſera par conſéquent de chaque côté de quatre-vingt-trois verges.

188. Il écrira donc dans la premiere colonne de ſon Livre, le premier terme A, dans la ſeconde, la quantité de pieds, de pouces & de lignes, dont le point de viſée *a*, qui eſt celui de niveau marqué par l'interſection des filets ſur la perche, ſera plus élevé que le terme A comme ici de 7—6—0. Dans la troiſieme colonne, il marquera le ſecond terme B, & dans la quatrieme, la quantité de pieds, de pouces, &c. dont le point de viſée *b*, ſera plus élevé que le terme B, comme ici 6—0—0. Enfin, dans la cinquieme colonne, la diſtance d'un terme à l'autre, comme ici de 166 verges.

Maniere d'écrire les termes, hauteurs & diſtances en cinq colonnes.

PLANCHE V. *Profil & Fig. V.*

	1er. *Terme.*	*Hauteur.*	2e. *Terme.*	*Hauteur.*	*Diſtance.*
A	7 — 6 — 0		B	6 — 0 — 0	166 Verges.
B	4 — 6 — 0		C	5 — 6 — 2	250
C	12 — 8 — 6		D	8 — 4 — 0	240
D	0 — 0 — 0		E	4 — 1 — 0	250
E	6 — 10 — 0		F	2 — 11 — 0	250
F	7 — 0 — 4		G	4 — 8 — 0	300
G	7 — 7 — 6		H	10 — 0 — 0	250
H	4 — 6 — 4		I	8 — 10 — 0	110
I	6 — 3 — 0		K	10 — 0 — 0	130
K	6 — 4 — 3		L	5 — 8 — 0	250
L	7 — 0 — 0		M	8 — 4 — 3	250
M	6 — 5 — 0		N	7 — 10 — 0	250
	76 — 9 — 7			82 — 2 — 5	2686

82 — 2 — 5
76 — 9 — 7
5 — 4 — 6

189. Pour le ſecond coup de niveau, il tranſportera ſon inſtrument au point marqué 2, pour la ſeconde ſtation, auſſi à égale diſtance des deux points B & C, qui ſeront les deux termes de ſon coup de niveau; obſervant que B qui étoit le ſecond terme dans la premiere opération, deviendra premier terme dans celle-ci. Ainſi il écrira comme auparavant, dans la premiere colonne B, dans la deuxieme 4—6—0, dans la troiſieme le deuxieme terme C, dans la quatrieme 5—6—2, dont le point de viſée *d* pour le ſecond terme C aura été plus haut que ledit terme; enfin, dans la cinquieme colonne, 250 verges pour la diſtance d'un terme à l'autre. PLANCHE V. *Plan & Fig. IV.*

190. Pour le troiſieme coup de niveau, comme par rapport à l'inégalité du terrein, il ne lui ſera pas poſſible de placer ſon inſtrument à égale diſtance des termes; il doit, après avoir marqué l'endroit qu'il aura trouvé le plus commode pour ſa ſtation, comme ici en trois, noter exactement de combien il ſera éloigné de chaque terme, comme en cet exemple, de trois en C, de cent ſoixante verges, de trois en D, de quatre-vingts verges; le reſte ſe fera comme dans les ſtations précédentes.

191. Pour le quatrieme coup de niveau, il doit être donné relativement au troiſieme, c'eſt-à-dire qu'il faudra marquer une diſtance de quatre-vingts verges, du premier terme D juſqu'au point de la ſtation quatre, & une diſtance de cent-ſoixante verges du point de la même ſtation quatre juſqu'au deuxieme terme E; ce qu'il faut faire avec une extrême attention. Car, comme nous ne ſuppoſons pas dans ce nivellement que l'inſtrument ſoit rectifié, il faut que l'erreur cauſée dans le premier coup de niveau, par l'inégalité des diſtances, ſoit récompenſée par

Cas où il n'eſt pas abſolument néceſſaire d'être placé au milieu & à égale diſtance des deux termes.

PLANCHE V. *Fig. IV.*

une erreur pareille dans le deuxieme coup, & cauſée par la même inégalité.

Raiſon du cas précédent.

192. Cela eſt vrai : car ſi nous ſuppoſons que la mire hauſſe de deux pouces pour quatre-vingts verges, elle hauſſera de quatre pouces pour cent-ſoixante verges ; ce ſera donc une erreur de deux pouces, qui ſeront de trop dans la premiere colonne ; ſi enſuite dans la deuxieme colonne, pour le coup de niveau ſuivant, il ſe trouve la même erreur de deux pouces auſſi de trop, il s'enſuivra qu'une erreur étant ſouſtraite de l'autre, il reſtera 0.

193. J'ai été bien-aiſe de faire cette remarque ; car je me ſuis trouvé dans le cas, après avoir donné un bon coup de niveau à une certaine diſtance, de ne pouvoir plus faire la même choſe à une diſtance pareille de l'autre côté, par rapport à quelques éminences, ou tels autres inconvénients que ſouvent on ne prévoit pas en commençant à niveller ; ce qui m'a fait obſerver qu'il n'étoit pas abſolument néceſſaire d'être placé à égale diſtance des deux termes, dès qu'on pouvoit en faire la compenſation par un ſecond nivellement relatif au premier.

PLANCHE V. *Plan & Fig. IV.*

194. Je pourrois pouſſer cette propoſition encore plus loin ; mais alors la choſe deviendroit trop compoſée.

195. Pour les huit autres ſtations qui reſtent, on opérera comme pour ces quatre premieres, en obſervant que tout ſoit exactement noté dans chaque colonne, comme dans l'exemple ci-deſſus N°. 188 ; & dès qu'on ſera parvenu au dernier terme

extrême N par lequel on doit finir, alors on additionnera les ſommes de chaque colonne, comme dans le même exemple; après quoi, ſi l'on ſouſtrait le produit de la premiere colonne de celui de la 2e, il reſtera 5 — 4 — 6, dont le terme N aura été trouvé plus bas que le terme A, qui eſt ce que l'on s'eſt propoſé de connoître par ce nivellement. Il en ſera de même d'un nivellement de quelque étendue que ce puiſſe être, comme de celui-ci.

76 — 9 — 7 = 82 — 2 — 5

82 — 2 — 5

76 — 9 — 7

5 — 4 — 6

Table N. 188.

Concluſion de ce nivellement.

Du profil d'un Nivellement.

196. Le nivellement étant fait, il s'agit à préſent d'en faire le profil. Pour cet effet, on tirera, ſoit en-haut, ſoit en-bas du plan, une ligne droite comme en cet exemple la ligne ponctuée O que l'on prendra pour la ligne de niveau. De tous les points, ſoit des ſtations, ſoit des termes marqués ſur le plan, on élevera autant de perpendiculaires ſur cette ligne, dont les unes marqueront les perches droites ſur chaque terme, & les autres la poſition de l'inſtrument à chaque ſtation.

Du profil général d'un nivellement.

PLANCHE V. *Profil & Fig. V.*

197. Ainſi commençant par le premier terme A par où paſſe la premiere perpendiculaire, on marquera ſur la perche qui eſt élevée ſur ce terme A, un point *a*, à la hauteur de 7 — 6 — 0, qui eſt la différence du point de niveau & du terme A. Du point *a* on menera une ligne parallele à la ligne ponctuée O de niveau, qui coupera la troiſieme perpendiculaire au point *b* ſur la deuxieme perche. De ce point *b* on s'abaiſſera de ſix pieds

Maniere de tracer le profil.

juſqu'en B, qui marquera le deuxieme terme de ce premier nivellement : ainſi on verra que le terrein au terme B, ſera de 1—6—0 plus haut que le premier terme A.

198. Au milieu des deux termes ſera poſé l'inſtrument à la hauteur de la ligne de niveau, & le terrein entre deux tracé ſelon ſes différentes hauteurs.

199. Enſuite on marquera ſur la même deuxieme perche la hauteur du point de niveau pour la ſeconde ſtation, au-deſſus du terme B de 4—6—0 comme ici au point *c*, & de ce point on tirera une ligne toujours parallele à la ligne ponctuée de niveau, qui coupera la cinquieme perpendiculaire au point *d* de la troiſieme perche ; de ce point *d* on s'abaiſſera de 5—6—2 juſqu'au point C, qui ſera le deuxieme terme par rapport au précédent, & le troiſieme par rapport au premier. Au milieu & à égale diſtance des deux termes en 2, on rapportera l'inſtrument à la hauteur de la ligne de niveau, comme ici au point 2, & on marquera entre les termes & la ſtation, le terrein ſelon ſes différentes hauteurs & inégalités ; enſuite faiſant la même choſe d'un terme & d'une ſtation à l'autre, juſqu'au dernier terme extrême N, on aura exactement le profil du terrein par où on aura paſſé avec le nivellement, comme ici de toute la ligne ponctuée A B C D E F G H I K L M N.

PLANCHE V. *Profil & Fig. V.*

200. Il en ſera de même de tous les profils que l'on voudra faire, ſoit des hauteurs, ſoit de la campagne, des canaux, des rivieres, des fontaines, des digues, &c. dès qu'on aura exactement marqué la hauteur de chaque terme du nivellement & de chaque ſtation.

Digitized by Google

201. Il y auroit cependant ici une remarque à faire à l'égard des profils d'un nivellement : ſavoir quel ſeroit l'objet que l'on ſe propoſeroit, ou bien de connoître ſimplement la hauteur réciproque des deux termes extrêmes, comme dans l'exemple précédent, ou bien de connoître la hauteur détaillée du terrein entre leſdits termes; dans ce ſecond cas, la méthode que je viens de propoſer eſt trop générale, & ne pourroit avoir lieu que comme faiſant partie d'une ſeconde méthode que je vais propoſer en ce même exemple.

Obſervation à faire au ſujet du profil d'un nivellement.

Méthode pour tracer le Profil détaillé d'un Nivellement.

202. On ſuppoſe en cet exemple le nivellement fait depuis A juſqu'en N par un autre chemin que le précédent, mais ſur un terrein qui aura été reconnu pour le plus égal, & le moins élevé au-deſſus du niveau des deux rivieres, afin d'y pratiquer le canal marqué O P Q R S T U X Y pour la communication de l'une avec l'autre.

Du profil détaillé d'un nivellement.

PLANCHE V. *Plan & Fig. IV.*

203. Pour cet effet, on tracera, ſans avoir égard au plan, une ligne ponctuée droite, comme ici de Z en Y, & cette ligne, comme dans le profil précédent, marquera la ligne de niveau ſur laquelle on doit ſe régler pour le reſte.

PLANCHE V. *Profil & Fig. VI.*

204. Enſuite on abaiſſera, ſur cette ligne de niveau, des perpendiculaires qui marqueront les termes du nivellement, & la véritable diſtance de l'un à l'autre.

205. Comme dans ce ſecond nivellement on doit avoir trouvé la même différence de niveau, entre les deux termes extrê-

Digitized by Google

mes que dans le premier, c'eſt-à-dire, 5 — 4 — 6, on marquera donc, pour commencer à tracer le profil, 5 — 4 — 6 ſur la perpendiculaire au point O, premier terme du nivellement. Sur le point O prolongeant la perpendiculaire, on élevera la premiere perche, ſur laquelle on marquera en *a*, comme dans le profil général précédent, le point de niveau ſelon ſa hauteur au-deſſus du terme O ; de même à la ſeconde, troiſieme, quatrieme perche, & les ſuivantes, juſqu'au dernier terme, comme nous l'avons expliqué, N°. 197.

PLANCHE V. *Profil & Fig. VI.*

206. Ainſi, après avoir tracé toutes les lignes de niveau d'un point à l'autre, comme la figure le fait voir, il ne s'agira plus que de détailler le terrein entre chaque terme, ſelon ſes différentes hauteurs.

Raiſon pour laquelle j'ai marqué les diſtances un peu grandes dans ce profil.

207. J'ai marqué dans ce profil, les diſtances un peu grandes, à cauſe du détail ; parce que le plus ou moins de longueur en cette circonſtance, ne fait rien à la choſe, dès que je ſuppoſe que l'on peut voir diſtinctement avec une bonne lunette d'un terme à l'autre, & que la même choſe doit ſe pratiquer pour une courte, comme pour une longue diſtance.

PLANCHE V. *Profil & Fig. I.*

208. On verra donc que le terrein depuis O juſqu'en P n'eſt point égal ; & pour le rendre dans le profil tel qu'il eſt, en exprimant ſes inégalités ſelon leur juſte valeur, on commencera par placer l'inſtrument à un des termes, comme ici au ſecond en P, obſervant de faire rapporter le cheveu qui eſt au foyer des verres avec le point de niveau marqué *b* ; enſuite en viſant vers le premier terme O, on hauſſera ou on baiſſera la mire, juſqu'à ce que l'on voye que le point de niveau marqué

qué au-deſſus du premier terme, ſoit exactement dans l'interſection du cheveu; ſans avoir alors égard ni au filet ni au poids de perpendicule, & la ligne de viſée d'un point à l'autre, marquera la ligne de niveau.

209. A préſent, ſi, pour marquer la hauteur du bord de la riviere au-deſſus du premier terme, on y fait frapper un piquet tout près de terre en *a*, & que ſur ce piquet on préſente la perche, on verra par ce moyen à quelle hauteur l'interſection du cheveu coupe la perche, comme ici à 4 — 10 — 0 : alors on portera ſur la ligne de niveau la diſtance du premier terme au premier piquet, d'où l'on abaiſſera une perpendiculaire, ſur laquelle on marquera la diſtance de 4 — 10 — 0, au point *a*, ce qui déterminera la hauteur du premier piquet, ou ce qui eſt le même, la hauteur du bord de la riviere au-deſſus de la ſurface de l'eau, comme le profil le fait voir. PLANCHE V. *Profil & Fig. VI.* PLANCHE III. *Fig. III.*

210. Enſuite, ſi en avançant vers le point *b*, on y frappe un ſecond piquet toujours ſur la ligne des deux termes, & que ſur ce piquet on préſente la perche, l'interſection du cheveu de la lunette qui reſte toujours dans la même ſituation, la coupera à telle hauteur, comme ici à 4 — 6 — 0; & portant ſur la ligne de niveau la diſtance exacte du premier piquet *a*, au ſecond *b* on y abaiſſera une perpendiculaire, ſur laquelle on prendra une diſtance de 4 — 6 — 0, que l'on marquera au point *b*, qui eſt ce qui déterminera la hauteur du piquet, & par conſéquent du terrein en cette partie. PLANCHE V. *Profil & Fig. VI.*

211. Pour exprimer le petit fond *c*, on fera frapper exactement au milieu un troiſieme piquet *c* à raſe-terre, toujours

ſur la ligne des termes, comme les deux premiers, & marquant toujours en avançant ſur la ligne de niveau la diſtance exacte du deuxieme piquet *b* au troiſieme *c*, on abaiſſera comme auparavant, une perpendiculaire, ſur laquelle on marquera la hauteur notée ſur la perche par l'interſection du cheveu, comme ici de 6 — 8 — 0 en *c*; ce qui déterminera le fond, comme on le peut voir par le profil.

212. Pour ce qui eſt du terrein entre chaque piquet, comme la diſtance deviendra courte, il s'exprimera ſelon la prudence & le jugement de celui qui travaille, en quoi il ne lui ſera pas bien difficile de réuſſir, dès qu'il aura exactement les points de toutes les inégalités ſenſibles entre les termes.

PLANCHE V. *Profil & Fig. VI.* 213. Pour faire le même détail du deuxieme au troiſieme terme, comme du ſecond au premier, il ne s'agira que de tourner la lunette, pour viſer au troiſieme terme; le reſte eſt abſolument la même choſe comme du ſecond au premier terme, & ainſi toujours de même d'un terme à l'autre juſqu'au dernier, comme le profil le montre aſſez clairement; par ce moyen, on aura le terrein entre les deux termes extrêmes du nivellement détaillé avec la plus grande exactitude. Si l'on ne vouloit pas reſter à la même ſtation, on pourroit tranſporter l'inſtrument à un autre terme, ou bien le placer entre deux, comme il ſe voit dans le profil ſixieme où il eſt placé entre le deuxieme & troiſieme terme, & alors ce ſera abſolument la même choſe.

Fig. IV. 214. C'eſt avec de ſemblables profils que l'on peut faire une juſte eſtimation des terres qui ſeroient à enlever pour creuſer un canal, comme celui qui eſt projetté ſur le plan pour la com-

Digitized by Google

munication des deux rivieres, en y ajoutant la profondeur que l'on voudroit lui donner ; ce qui demande un autre détail dans lequel je ne me ſuis pas propoſé d'entrer dans ce Traité.

Autre Nivellement compoſé.

Nivellement à faire dans un terrein de montagnes, aſſez difficile.

215. Nous propoſerons dans la planche ſixieme un nivellement compoſé à faire dans des montagnes & des eſcarpements, d'une hauteur à l'autre, ſans qu'il ſoit abſolument poſſible de ſe placer à égale diſtance des termes, ni de faire un nivellement réciproque d'un terme à l'autre.

Pour connoître de quelle hauteur pourroit être un jet d'eau.

PLANCHE VI. *Plan & Fig. I.*

216. Tel eſt pour premier terme extrême du nivellement le point A pris ſur la ſurface d'une eau qui tombe des montagnes, & pour dernier terme extrême le point K pris du fond d'un baſſin, dans lequel on ſe propoſeroit de pratiquer un jet d'eau. On voudroit connoître de quelle hauteur le jet pourroit être, en conduiſant les eaux du point A, comme réſervoir, au point K du baſſin, par des tuyaux faits & diſpoſés avec toutes les précautions requiſes.

Que pour un pareil nivellement, le niveau doit être rectifié.

217. Cela ſe connoîtra par le nivellement que nous propoſons en cet exemple ; & pour un pareil nivellement, il eſt néceſſaire que l'inſtrument ſoit parfaitement rectifié ; car ſi l'on ne faiſoit qu'en connoître l'erreur pour une certaine diſtance, ce que l'on doit au moins ſuppoſer, il ne manqueroit pas de s'enſuivre quelqu'autre erreur ſenſible à cauſe de la difficulté qui pourroit être de connoître aiſément parmi des montagnes, la véritable diſtance d'un point à un autre.

218. Ainſi lorſqu'on aura premiérement bien rectifié l'inſtru-

ment, on le placera pour premiere ſtation au point D. Comme du point A qui eſt le premier terme du nivellement, au point D qui eſt ici le troiſieme terme, la hauteur eſt trop grande & le terrein trop eſcarpé pour pouvoir niveller avec le grand inſtrument, d'un ſeul coup de niveau, il faudra alors ou bien monter de A en D par petits coups avec le niveau d'eau, ou bien ſi on le trouve plus aiſé, deſcendre de D en A; ce qui reviendra toujours au même.

Cas où l'on doit ſe ſervir du niveau d'eau.

PLANCHE VI. *Plan & Fig. I.*

219. J'ai dit au commencement du Chapitre II, Nº. 53 & 54, qu'en ſe ſervant du niveau d'eau pour de courtes diſtances, il ne pouvoit pas s'enſuivre d'erreur ſenſible. Pour procéder dans ce nivellement avec ordre, comme dans le précédent & dans tout autre, on écrira dans la premiere colonne, le premier terme A; dans la ſeconde, la hauteur du point de niveau au-deſſus du terme, comme ici de 21—6—0; dans la troiſieme colonne, le ſecond terme C; dans la quatrieme, le ſecond point de niveau au-deſſus du terme C, comme ici de 0—9—0, & dans la cinquieme, la diſtance du premier au ſecond terme de quatre-vingt-dix verges.

1er. Terme.	Hauteur.	2e. Terme.	Hauteur.	Diſtance.
A 21—6—0		C 0—9—0		90 Verges.
C 4—3—0		D 0—3—0		40
D 3—9—0		E 16—3—0		350
E 5—0—0		F 17—9—0		250
F 10—6—0		G 5—0—0		375
G 5—0—0		H 19—0—0		300
H 5—0—0		K 47—3—0		1000
55—0—0		106—9—0		2450

106—9—0
55—0—0
51—9—0

PLANCHE VI. *Plan & Fig. I.*

220. Pour la ſeconde ſtation, elle ne pourra pas être entre deux

termes par rapport à l'inégalité du terrein ; mais elle ſera au ſecond terme C, où l'on placera l'inſtrument pour niveller juſqu'en D ; après quoi on marquera dans la premiere colonne C, pour premier terme de ce ſecond nivellement ; dans la deuxieme, la hauteur de la ſurface de l'eau du niveau au-deſſus du terme C de 4 — 3 — 0 ; dans la troiſieme, le troiſieme terme D ; dans la quatrieme, la hauteur du point de viſée *d* au-deſſus du terme D, comme ici de 0 — 3 — 0 ; & dans la cinquieme, la diſtance du deuxieme au troiſieme terme, ci 40 verges.

221. Après cela, on laiſſera le niveau d'eau, pour niveller avec le grand inſtrument ; car il y a cette différence entre le premier & le ſecond niveau, qu'avec celui-ci on nivellera en cinq coups de niveau, plus exactement le terrein propoſé poſé dans le plan, qu'on ne feroit en cent vingt coups avec le niveau d'eau, ou tel autre niveau, qui avec des pinules n'auroit que la portée de l'œil ſans lunettes.

On laiſſe le niveau d'eau pour prendre le grand niveau : différence de l'un & de l'autre.

222. Je n'ai propoſé en cet exemple que deux coups de niveau d'eau pour monter du premier terme A au troiſieme D ; quoique le terrein, comme on le peut voir par le plan, en exigeroit davantage ; mais je l'ai fait ainſi, pour n'avoir point de confuſion dans le plan, ni dans les profils, d'autant plus qu'il ne s'agit ici que de la façon dont on doit procéder dans le nivellement d'un terme à l'autre, & que l'on doit opérer pour tel nombre de ſtation que le terrein exigera de plus, comme pour ces deux-ci.

223. A préſent nous nous ſervirons du grand niveau pour niveller d'une ſeule ſtation, en viſant du point D au point E ; PLANCHE VI. *Plan & Fig. II.*

après quoi on marquera dans la premiere colonne, toujours de ſuite, le terme D où eſt la ſtation ; dans la ſeconde colonne, la hauteur du cheveu qui eſt au foyer du verre objectif, au-deſſus du terme D comme ici de 3 — 9 — 0 ; dans la troiſieme le terme E, & dans la quatrieme, 16 — 3 — 0, quoique le point de viſée ſe ſoit trouvé 16 — 8 — 4. Mais comme pour la diſtance de trois cents cinquante verges qui eſt celle du terme D au terme E ; le hauſſement du niveau apparent par-deſſus le vrai, eſt de 0 — 5 — 4 ; il faudra donc ôter 0 — 5 — 4 de 16 — 8 — 5 ; & il reſtera 16 — 3 — 0 pour la hauteur du point de niveau au-deſſus du terme E, que l'on écrira dans la quatrieme colonne, & dans la cinquieme trois cents cinquante verges pour la diſtance du terme D au terme E.

Correction d'un niveau apparent.

PLANCHE VI. *Plan & Fig. I.*

224. Enſuite on tranſportera l'inſtrument au terme E, de façon que l'on ſoit ſûr qu'il n'y ſoit arrivé aucun changement ni dérangement dans le tranſport ; car ſi l'on avoit lieu de douter de la moindre choſe de changé ou de dérangé, il faudroit alors ſans héſiter le rectifier de nouveau. Ainſi on le placera pour la ſeconde ſtation audit terme E, après quoi on fera le nivellement vers F comme le précédent, obſervant d'écrire les termes & les hauteurs, chacun exactement dans ſa colonne : mais comme dans ce deuxieme nivellement, la diſtance d'un terme à l'autre, n'eſt que de deux cents cinquante verges, il n'y aura alors pour la hauteur du hauſſement du niveau apparent, que 0 — 2 — 9 à retrancher de la hauteur du point de viſée, qui étant de 17 — 11 — 9, on écrira pour point de niveau, dans la ſeconde colonne, 17 — 9 — 0.

Qu'il faut avoir attention de tranſporter le niveau avec une extrême précaution, afin qu'il ne ſe dérange pas.

225. Après cela on tranſportera l'inſtrument avec beaucoup

de précaution en G, ſecond terme de ce nivellement, & l'on viſera vers F, comme premier terme que l'on écrira dans la premiere colonne, & dans la ſeconde la hauteur du point de niveau 1, plus bas de ſix pouces trois lignes que celui de viſée, qui eſt de 11—0—3, à cauſe du niveau apparent par-deſſus le vrai, qui eſt de ſix pouces trois lignes pour la diſtance de trois cents ſoixante & quinze verges entre le terme & la ſtation. Ainſi en ôtant 0—6—3, de 11—0—3, il reſtera 10—6—0, pour la hauteur du point de niveau 1, que l'on écrira dans la ſeconde colonne; dans la troiſieme, le ſecond terme G; dans la quatrieme, la hauteur de l'inſtrument au-deſſus du terme G, & dans la cinquieme, la diſtance entre les termes de trois cents ſoixante & quinze verges.

226. Enſuite, ſans changer de ſtation, & ne faiſant que tourner l'inſtrument pour niveller vers H, on fera la même choſe comme pour les coups de niveau précédents. PLANCHE IV. *Plan & Fig. 1.*

227. Enfin, tranſportant l'inſtrument en H pour derniere ſtation, & ſuppoſant la lunette aſſez bonne pour voir diſtinctement un point au-deſſus du château, où l'on feroit alors préſenter la perche, il ne s'agiroit plus que de meſurer la hauteur du point d'interſection ſur la perche en *n* juſqu'au point *o* où elle eſt poſée; après cela meſurer la hauteur depuis le point *o* juſqu'au rez de-chauſſée I, & depuis le rez-de-chauſſée juſqu'au baſſin K; ce qui feroit en tout 50—9—7, deſquels ſeroient à déduire 3—9—7 de hauſſement du niveau apparent par-deſſus le vrai pour la diſtance de mille verges, qui eſt celle des termes; ainſi on auroit du point de niveau *n* juſqu'au fond du baſſin K, 47—0—0 de hauteur, que l'on écriroit dans la quatrieme colon- On peut avec une bonne lunette niveller 1000 verges.

ne, & dans la cinquieme 10 0 verges pour la diſtance d'un terme à l'autre. Ainſi après avoir écrit tout, & chaque choſe dans ſa colonne, comme nous avons dit, on fera les additions & les ſouſtractions, comme on l'a vu ci-deſſus, N°. 220, & on trouvera que le point A eſt plus élevé de 51 — 9 — 0 que le point K du fond du baſſin; ce qui fera que la hauteur du jet d'eau pourra être à proportion d'envion quarante-cinq pieds ſelon le diametre des tuyaux & les autres détails qui les concernent; mais dont il ne ſera pas queſtion dans ce Traité. Pour ce qui eſt de la vérification de ce nivellement, auſſi-bien que d'autres pareils à celui-ci, où l'on ſeroit obligé de niveller de hauteurs en hauteurs, elle ne peut guere ſe faire qu'en vérifiant chaque coup de niveau à chaque ſituation par le renverſement de l'inſtrument.

Concluſion de ce nivellement.

La vérification de ce nivellement ſe fera par le renverſement du niveau.

Profil général de ce Nivellement.

PLANCHE VI. *Profil & Fig. II.*

228. Pour ce qui eſt du profil général de ce nivellement, tel qu'il eſt marqué au bas du plan, il n'y aura aucune difficulté pour le faire conformément à la premiere méthode propoſée pour le profil général du nivellement précédent, dès qu'on aura dans chaque colonne les différentes hauteurs principales exactement écrites.

Profil détaillé de ce Nivellement.

229. Mais ſi on vouloit faire le profil détaillé des montagnes par leſquelles on auroit paſſé en nivellant, alors la choſe ne ſeroit plus ſi aiſée, parce qu'on n'auroit point de perches aſſez longues pour atteindre du fond juſqu'à la ligne du nivellement; par

Profil détaillé des montagnes.

par conſéquent la ſeconde méthode propoſée pour tracer un profil détaillé, ne pourroit avoir lieu dans celui-ci.

230. Suppoſons, par exemple, qu'on veuille détailler le profil des deux hauteurs D, E, & le fond entre deux; alors, ſelon la ſeconde méthode, on placera l'inſtrument en D, & on viſera vers E, de façon que le point de niveau marqué *f* ſur la perche ſoit dans l'interſection du cheveu, ce qui marquera la ligne de niveau de *e* en *f*. Après cela, avec de grandes perches, on pourra, ſelon la ſeconde méthode, parvenir à détailler le plus bas qu'il ſera poſſible de chaque côté, comme ici juſques aux points *a* & *b*; après quoi pour deſcendre juſqu'au fond, & détailler le reſte, on ſe ſervira du niveau d'eau, comme l'exemple le fait voir, en deſcendant du point *a* juſqu'aux points *d*, *e*, & remontant enſuite du point *e* juſqu'au point *b*; ce qui ne ſera rien moins que difficile à exécuter, pour peu que celui qui travaille ait d'expérience & de connoiſſance de ce qu'il fait, & de ce qu'il a à faire. En faiſant la même choſe de hauteur en hauteur depuis le premier juſqu'au dernier terme, il aura le profil détaillé de tout ſon nivellement. Je n'ai marqué ici que quatre coups de niveau d'eau, quoique pour cette diſtance, il devroit y en avoir davantage: mais je l'ai fait afin d'éviter la longueur & l'obſcurité; car pour quatre coups de niveau, c'eſt bien la même choſe que pour un plus grand nombre.

L'inſtrument doit être bien rectifié.

Cas où l'on doit ſe ſervir du niveau d'eau.

231. Il pourroit auſſi y avoir dans la ſuite de pareils nivellements, quelques cas particuliers qui étonneroient d'abord, mais qui pourtant ne pourroient pas ſouffrir de grandes difficultés, dès qu'on fera ſérieuſement attention à la choſe, & qu'on obſervera ce que j'ai dit ci-deſſus.

Qu'il n'y a point de cas dont on ne puiſſe lever les difficultés, en obſervant les méthodes & regles ci-deſſus propoſées.

Troiſieme nivellement compoſé.

232. Pour troiſieme exemple d'un nivellement compoſé, je propoſerai celui d'une riviere & de toute eau courante, tel que celui que j'ai fait d'une partie de la riviere d'*Haynox*, depuis LIGNEBRUK, juſqu'à VILLEBOURG, & pour regles générales la conduite que j'ai tenue dans ce nivellement.

Précautions qu'il faut prendre lorſqu'il s'agit d'un grand nivellement.

233. J'ai donc choiſi un temps calme, & où les eaux ne ſont pas ſujettes à de grands changements, pour faire frapper en même-temps en pluſieurs endroits de la riviere, ou des bras qui y ont rapport, des piquets à fleur d'eau, ou bien pour y faire quelques marques équivalentes, leſquels piquets & marques ont été les termes principaux de ce nivellement.

PLANCHE VII. *Plan & Fig. I.*

234. Le premier piquet mis en A, au-deſſus des moulins de LIGNEBRUK, marque la hauteur des eaux hautes au-deſſus deſdits moulins, & a été le premier terme de ce nivellement.

Différence des eaux hautes aux eaux baſſes par rapport aux moulins.

235. Le piquet *b* marque la hauteur des eaux baſſes au-deſſous de ces mêmes moulins, pour faire connoître la différence des eaux hautes aux eaux baſſes, quelque changement qui ait pu arriver dans la ſuite du nivellement, qui, en ce cas, eſt cenſé avoir été fait dans le même moment que les piquets ont été frappés.

136. Le piquet B ſur le bord de la riviere, marque le ſecond terme principal du nivellement.

PLANCHE VII. *Plan & Fig. I.*

237. Les piquets ou marques C & D au-deſſus & au-deſſous

des moulins de MAZURANCE, marquent la hauteur de leurs eaux hautes & baſſes & leur différence; ce ſont auſſi les troiſieme & quatrieme termes principaux.

238. Enfin, les piquets frappés en E & en F au-deſſus & au-deſſous des moulins de VILLEBOURG, marquent, comme à MAZURANCE, la différence des eaux hautes & baſſes, & ſont les derniers termes extrêmes de ce nivellement.

239. J'ai donc tout diſpoſé pour que toutes ces marques fuſſent faites exactement à fleur d'eau par toute la riviere, dans le même jour, à la même heure & au même moment; ce qui m'a donné avec la plus grande juſteſſe, la véritable ſituation de la riviere pour ce moment, auquel, comme je l'ai déja dit, le nivellement eſt cenſé avoir été fait. De cette façon, je n'ai eu rien qui ait pu m'embarraſſer dans la ſuite du nivellement, quoiqu'il ait pu arriver, ſoit par rapport à la crue, ſoit par rapport à la diminution des eaux.

240. Les principaux termes de mon nivellement étant ainſi déterminés & fixés, il ne s'agiſſoit donc plus que de niveller d'un terme à l'autre, ſelon les méthodes ci-deſſus propoſées, en profitant autant qu'il eſt poſſible des avantages qui peuvent contribuer au progrès & au ſuccès de l'ouvrage, & en évitant de même tous les obſtacles & difficultés qui pourroient y préjudicier.

241. La premiere regle qui doit être obſervée, c'eſt de marcher par le plus court chemin qu'il eſt poſſible d'un terme à l'autre.

Que la ligne la plus courte eſt la meilleure pour un nivellement.

242. On ne ſuivra pourtant pas cette regle à la lettre, s'il ſe rencontre dans l'intervalle de grands obſtacles & des difficultés, comme des hauteurs, des bois difficiles, des marécages, &c., ou bien ſi en s'en écartant, on y trouve un avantage marqué, comme en cet exemple, où pour marcher de A 2, premier terme, juſqu'en B ſecond terme, j'ai profité des étangs qui ſe ſont trouvés un peu à gauche de la ligne droite de mon nivellement; par où l'on peut voir que j'ai beaucoup gagné, & que le chemin que j'ai ſuivi par la ligne ponctuée A *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *i*, *k*, B, quoiqu'il paroiſſe plus long, eſt en effet le plus court, puiſque je n'ai eu à niveller que les diſtances d'un étang à l'autre comme celles de A *c*, *de*, *fg*, *hi*, *k* B, les diſtances entre les termes *cd*, *ef*, *gh*, *ik*, faiſant néceſſairement chacune une ligne de vrai niveau formée par la ſuperficie de l'eau de chaque étang. Car on ne doute pas qu'il n'y a point de lignes ni de points de niveau plus ſûrs que ceux de la ſurface d'une eau qui n'a point de courant, & qui n'eſt point en mouvement, & qu'il eſt toujours bon de profiter d'un avantage auſſi conſidérable, tant pour abréger l'ouvrage, que pour le faire avec plus d'exactitude.

Cas où on ne doit pas ſuivre la ligne la plus courte.

PLANCHE VII. *Plan & Fig. I.*

243. D'ailleurs, le nivellement entre chaque terme ſe fait ſelon les regles ci-devant dites, & qu'il n'eſt pas néceſſaire de répéter ici davantage.

244. On peut donc par le plan, & en conſidérant le cours & les ſinuoſités de la riviere, voir de combien j'ai abrégé l'ouvrage par le chemin que j'ai tenu, & quelle exactitude il en réſulte; car comme il ne s'agit pas ici de la longueur du cours de la riviere, mais uniquement de la hauteur réciproque d'un

Qu'il ne s'agit pas de la longueur de la riviere, mais de la hauteur réciproque d'un terme à l'autre.

point à un autre pris ſur la ſurface de ſon eau, qui eſt ce qui en détermine la pente, il eſt fort indifférent de chercher à la connoître, ou bien en ſuivant le courant de l'eau, ou bien en marchant par le chemin le plus court, pour arriver d'un point donné comme ici A 2 à un autre point comme B; ce qui eſt très-aiſé à concevoir dès qu'on y fera la moindre attention.

245. Ayant donc nivellé de A juſqu'en B, comme je viens de le dire, & écrit exactement dans les colonnes de mon Livre, les termes, les hauteurs & les diſtances, j'ai continué de même de B juſqu'en C, en ſuivant la ligne ponctuée B *lmno* C, qui m'a paru la plus aiſée & la plus convenable; par où j'ai connu avec une extrême préciſion, de combien la ſurface de l'eau au premier terme A, eſt plus haute que celle du terme C au-deſſus des moulins de MAZURANCE; par conſéquent de combien les moulins de LIGNEBRUK ſont plus élevés que ceux de MAZURANCE, de combien la ſurface de l'eau eſt plus haute à une ſtation qu'à l'autre, & toutes les conſéquences qui doivent en réſulter.

246. J'ai nivellé enſuite les deux termes C, D au-deſſus & au-deſſous des moulins pour connoître la différence de leurs eaux hautes & baſſes.

247. Du terme D, j'ai nivellé à travers la campagne juſqu'au terme *p* ſur le bord de la fidel-zée; & laiſſant ce point *p* pour reprendre à l'autre extrémité de l'étang le point *q*, qui eſt le même que *p*, étant, comme je l'ai déja dit, tous les deux de niveau, j'ai paſſé de la fidel-zée à l'ox-zée, en nivellant par le bois de *q* en *r*, que j'ai encore laiſſé pour reprendre le terme *s*, d'où j'ai ni- PLANCHE VII. *Plan & Fig. 1.*

vellé juſqu'en *t*, & de *t* juſqu'en E, au-deſſus des moulins de VILLEBOURG, & de E en F au-deſſous deſdits moulins.

248. Par ce nivellement, j'ai connu de combien les eaux au-deſſus & au-deſſous des moulins de LIGNEBRUK, ſont plus hautes que celles des moulins de MAZURANCE; de combien celles des moulins de MAZURANCE ſont plus hautes que celles des moulins de VILLEBOURG, & toutes les conſéquences que l'on doit en tirer.

De quelle conſéquence il eſt de bien connoître le terrein.

249. Telle eſt la conduite que j'ai tenue dans ce nivellement, & celle que l'on doit tenir dans tous les ouvrages de cette nature. L'on peut voir par cet exemple, de quelle conſéquence il eſt de bien connoître le terrein, tant pour éviter les difficultés qui pourroient ſe rencontrer dans la ſuite d'un nivellement, que pour profiter d'une infinité d'avantages très-conſidérables.

250. Ce nivellement a été de près de cinq milles d'Allemagne en ligne droite, & d'environ neuf ou dix milles en ſuivant le cours de la riviere ſelon ſes ſinuoſités. Il s'agit à préſent de faire le profil de ce nivellement pour en marquer exactement toutes les particularités.

Profil du troiſieme Nivellement compoſé.

Comment doit ſe faire le profil de ce nivellement.

PLANCHE VII. *Plan & Fig. II.*

251. Pour tracer ce profil, j'ai fait d'abord la ligne ponctuée A G pour être celle de niveau, ſur laquelle j'ai abaiſſé des principaux termes du nivellement, comme ici A, B, C, D, autant de perpendiculaires, qui étant prolongées d'une façon indéterminée, ont ſervi à tracer le profil de la maniere ſuivante.

Digitized by Google

En commençant par le premier terme A, qui eſt celui des eaux hautes de LIGNEBRUK, j'ai pris ſur la perpendiculaire une diſtance de trois pieds marquée *b*, pour la différence que j'ai trouvée des eaux hautes aux eaux baſſes. De ce point *b*, j'ai mené la ligne ponctuée *b c*, parallele à celle de niveau A G. Du point *c* j'ai marqué ſur la perpendiculaire une diſtance de quatre pieds juſqu'en B ; & cette différence eſt celle que j'ai trouvée de différence de hauteur du terme *b* au terme B. Du point B, j'ai mené la ligne ponctuée parallele B *d*. Je me ſuis enſuite abaiſſé de *d* en E de trois pieds pour la différence du niveau du terme B au terme C ; & de quatre pieds & demi de C en D, pour la différence des eaux hautes aux eaux baſſes des moulins de MAZURANCE. Du point D, j'ai mené une ligne parallele ponctuée juſqu'au point *e*, & ſur la perpendiculaire du point *e* juſqu'en E, j'ai marqué trois pieds pour la différence de niveau trouvé du terme D au terme E. Enfin, du point E au point F ſur la même perpendiculaire, j'ai marqué un pied ſix pouces pour la différence des eaux hautes aux eaux baſſes des moulins de VILLEBOURG ; ce qui fait voir que le terme A ſur le bord de l'eau, qui eſt le même que le point A des eaux hautes des moulins de LIGNEBRUK, eſt plus haut que le terme C des eaux hautes des moulins de MAZURANCE, de dix pieds ; de même le terme C des eaux hautes de MAZURANCE, eſt plus haut que le terme E des eaux hautes des moulins de VILLEBOURG, de ſept pieds & demi. Si l'on y ajoute un pied & demi pour la différence des eaux hautes aux eaux baſſes, on aura dix-neuf pieds ; donc les eaux hautes de LIGNEBRUK, ſont plus hautes que les eaux baſſes de VILLEBOURG.

PLANCHE VII. *Plan & Fig. II.*

De combien les eaux ſont plus hautes à LIGNEBRUK

253. Si dans quelques nivellements pareils à celui-ci, il ſe trou-

qu'à Villebourg.

voit quelques différences notables dans le cours d'une riviere, comme dans les endroits où elle eſt plus reſſerrée dans des bords étroits, & où elle a moins de fond que dans ceux où elle a plus d'étendue : ce qui ne peut manquer de faire toujours une grande différence par rapport au plus ou moins de rapidité, & par conſéquent par rapport au plus ou au moins de niveau d'un lieu à un autre : il faut alors avoir ſoin de la marquer exactement dans le profil du nivellement, & cela eſt d'autant plus d'importance que les conſéquences qui en réſultent ſont aſſez ſouvent fort conſidérables.

254. Par ces trois exemples du nivellement compoſé, on verra qu'il n'y a point de cas, quelque difficile qu'il puiſſe être, qui doive embarraſſer un Ingénieur, pour peu qu'il entende ſon métier, lorſqu'il ſuivra les maximes ci-deſſus propoſées, & qu'il obſervera une conduite exacte & uniforme dans ſon travail.

Quatrieme exemple d'un Nivellement compoſé.

255. S'il s'agit de niveller de tout côté & en tout ſens une certaine étendue de terrein, comme, par exemple, une Place avec ſes environs dont il faudroit abſolument connoître avec le plus grand détail & la plus grande exactitude, toutes les hauteurs & les fonds, ſoit pour en faire un relief, ſoit pour y projetter quelques ouvrages, ſoit pour connoître avec une extreme préciſion les hauteurs dont la place ſeroit environnée, de combien elle commanderoit ou ſeroit commandée, &c. l'inſtrument que j'ai propoſé, & dont j'ai fait la deſcription dans le Chapitre précédent, N°. 133, ſeroit très-propre pour cela.

256.

256. Suppoſons pour exemple LIGNEBRUK, avec ſes environs, dont on voudroit connoître toutes les différentes hauteurs & fonds, pour quelques unes des raiſons ci-deſſus dites. Il faudroit après avoir rectifié l'inſtrument par quelques-unes des méthodes ci-devant propoſées, le placer en quelqu'endroit commode, à une certaine hauteur d'où l'on puiſſe voir une grande étendue de terrein, comme vers la pointe d'un baſtion : on pourroit auſſi ſe ſervir de la ſtation même pour le rectifier. PLANCHE VII. *Plan & Fig. I.*

257. Il eſt à ſuppoſer que l'on auroit mis aux termes principaux du nivellement que l'on ſe propoſeroit de faire, des piquets à fleur de terre, qu'on les auroit numérotés, & exactement notés ſur le plan des environs, qui, pour cet effet, auroit été levé avec la plus ſcrupuleuſe exactitude.

258. Si d'un point de ſtation pris ſur la pointe d'un baſtion, on nivelle avec l'inſtrument bien rectifié, en préſentant ſur chaque terme une perche de longueur convenable, on aura exactement toutes les hauteurs réciproques d'un terme à l'autre.

259. J'ai dit que l'inſtrument que j'ai propoſé dans le Chapitre précédent, ſeroit le plus propre de tous pour ces ſortes d'opérations, parce que pouvant tourner ſur ſon centre, on pourroit tirer autant de lignes de nivellement que l'on pourroit ſuppoſer de rayons dans un cercle ; leſquelles lignes de nivellement recouperoient autant de points de niveau ſur les perches préſentées à chaque terme, ſans préjudice à l'égard que l'on devroit avoir pour le hauſſement du niveau apparent. On pourroit faire la même choſe tout autour de la Place, changeant de ſtations autant de fois que le cas & le terrein l'exigeroient ; pour

peu que l'on faſſe attention à la choſe, on verra qu'elle ne ſeroit ſuſceptible d'aucune grande difficulté, dès qu'on obſerveroit de noter exactement les différentes hauteurs ſur le terrein, ſur le plan, & ſur un livret préparé pour cela.

260. Si l'on vouloit entrer dans un plus grand détail, il ne s'agiroit alors que de niveller d'un terme à l'autre, avec un petit niveau, & d'en faire les profils de la façon que nous avons déja dit. De cette maniere on pourroit remplir, avec une extrême préciſion, les objets que l'on ſe ſeroit propoſés.

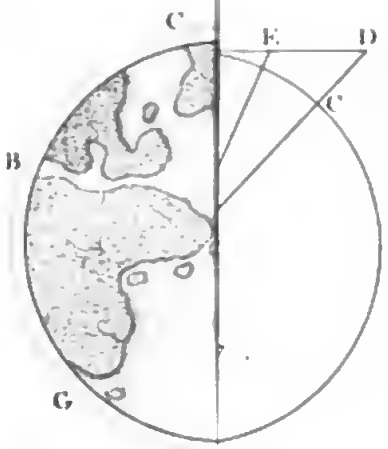


Fig .

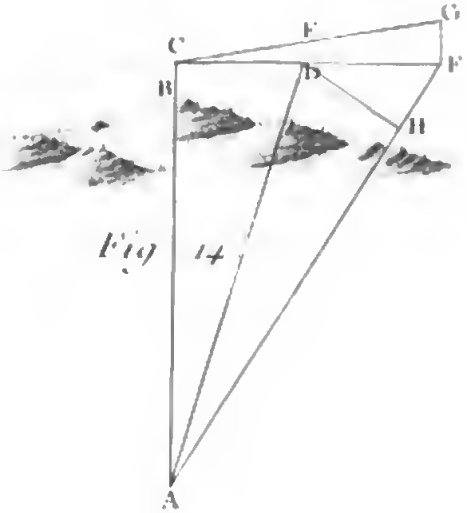


Fig 14

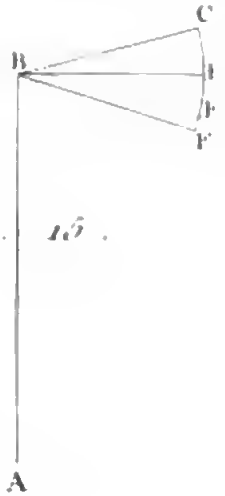


Fig . 15 .

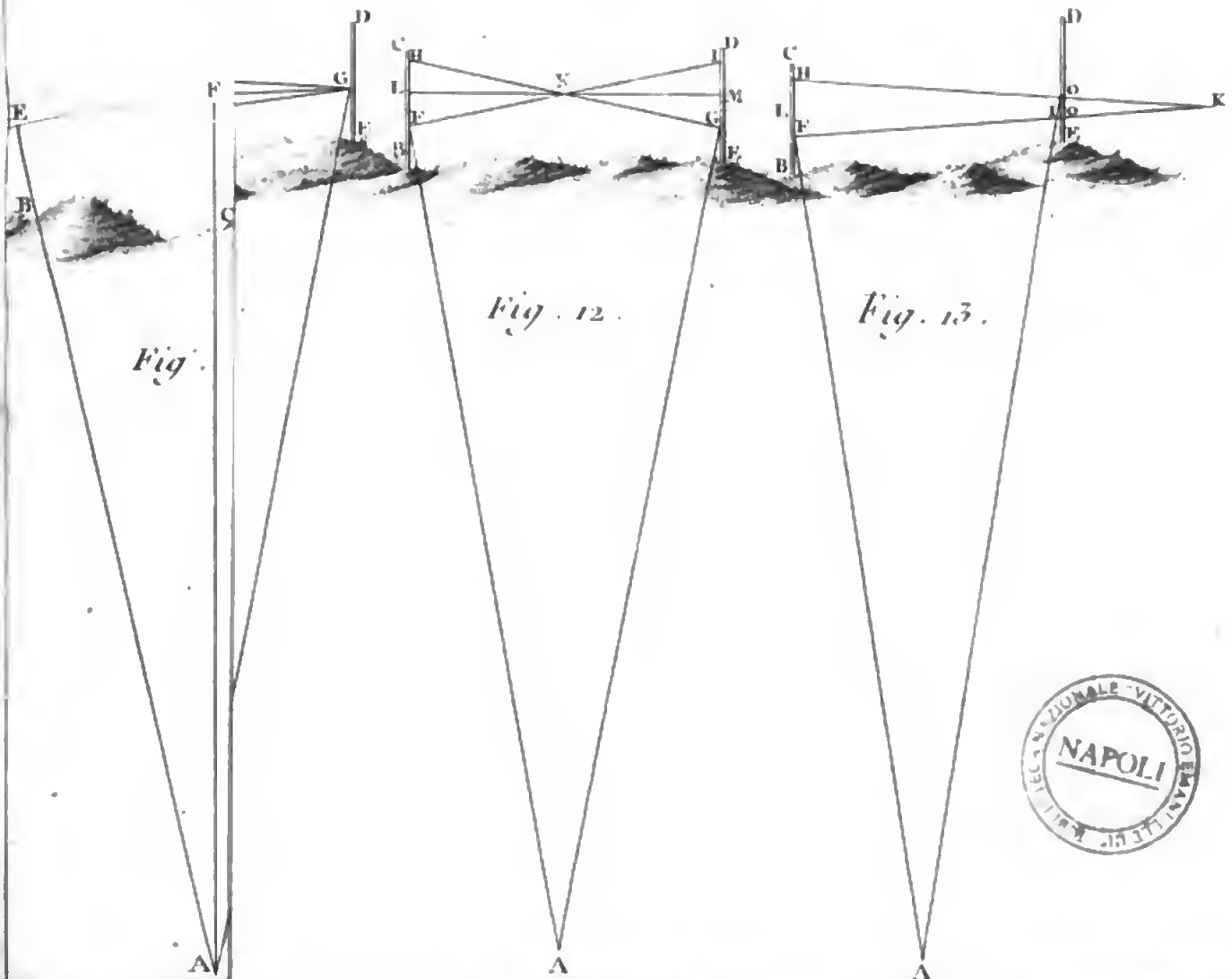


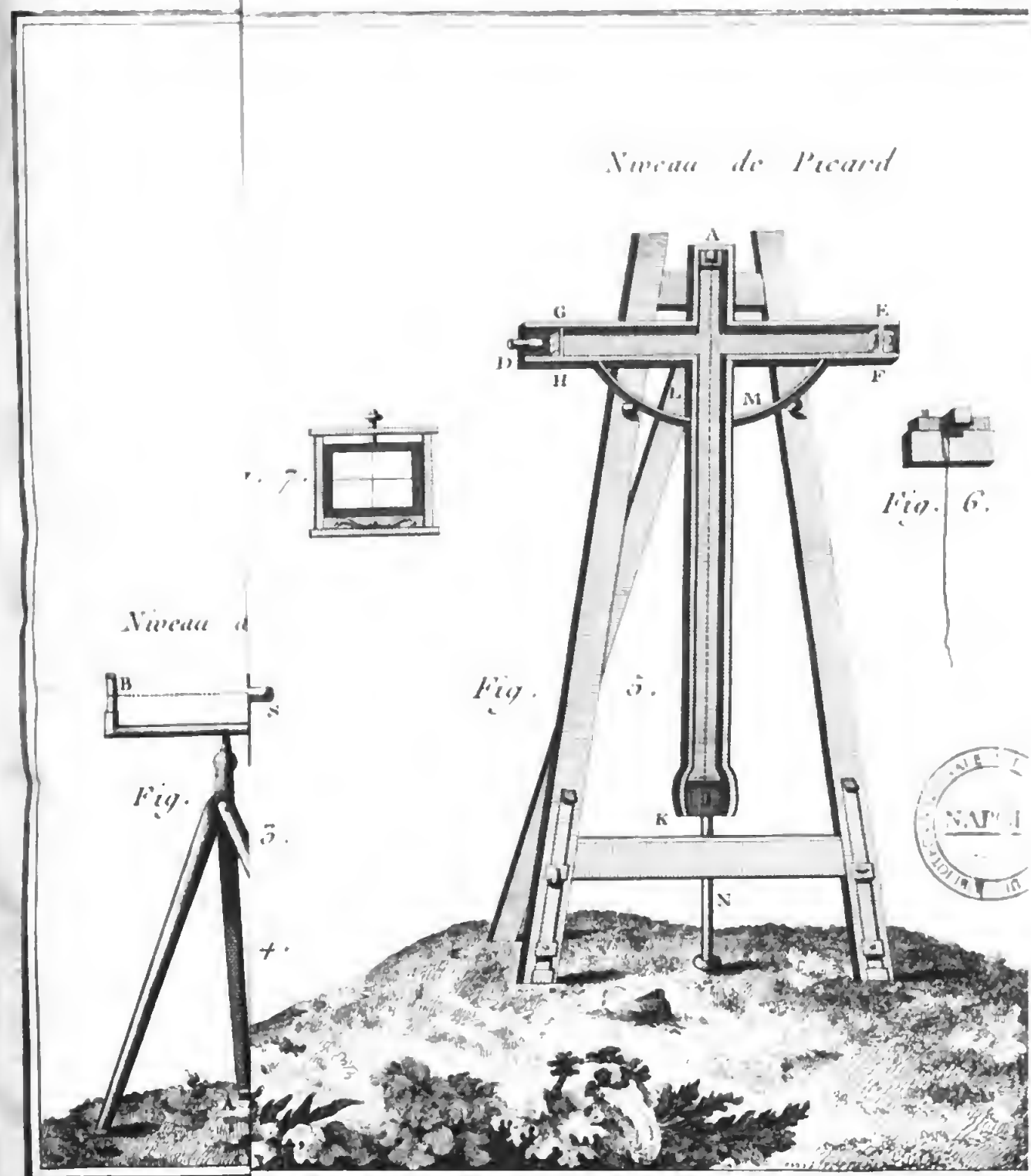
Fig .

Fig . 12 .

Fig . 13 .

NAPOLI

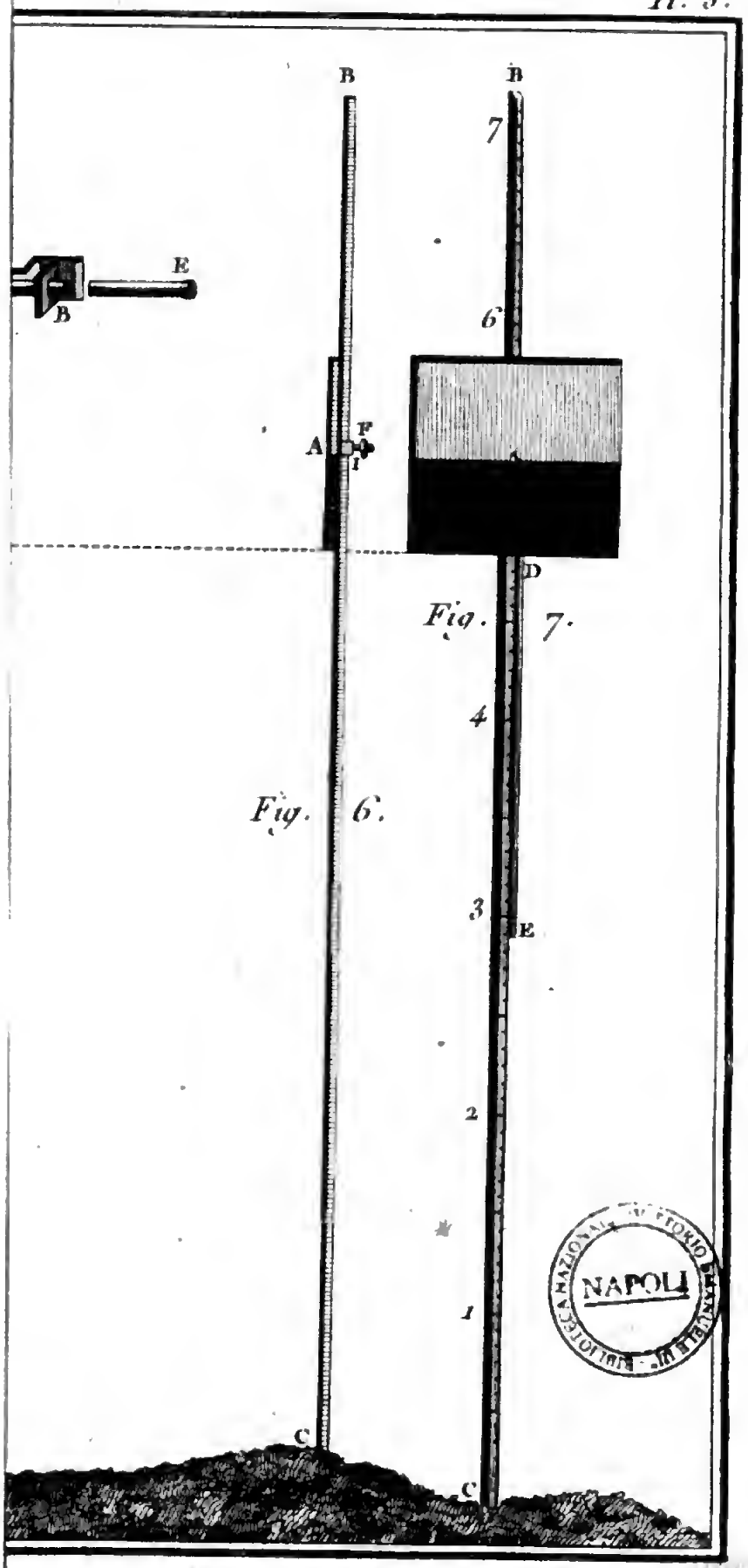
Digitized by Google



J.P. Tardieu Sculp.

Digitized by Google

Digitized by Google



NAPOLI

Fig. 2.

Fig. 3.

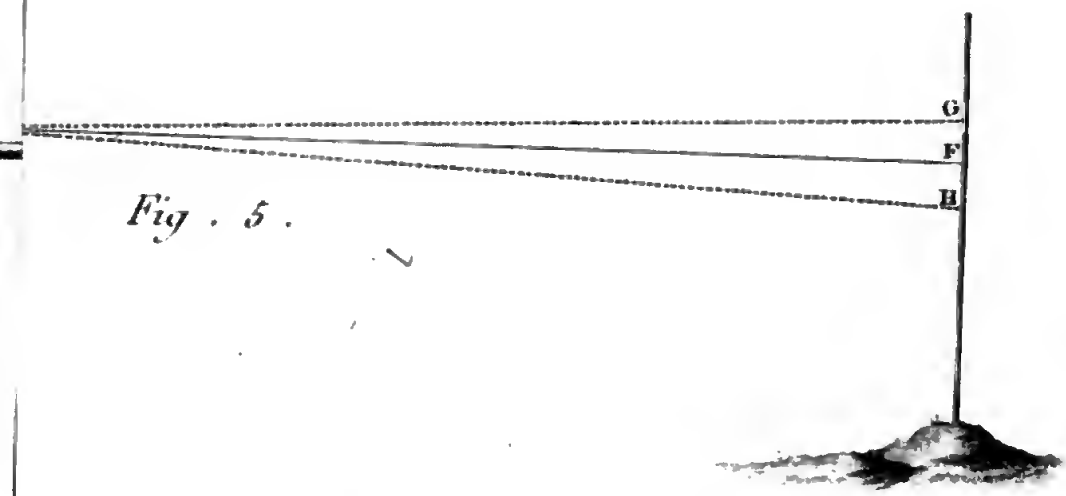


Fig. 5.

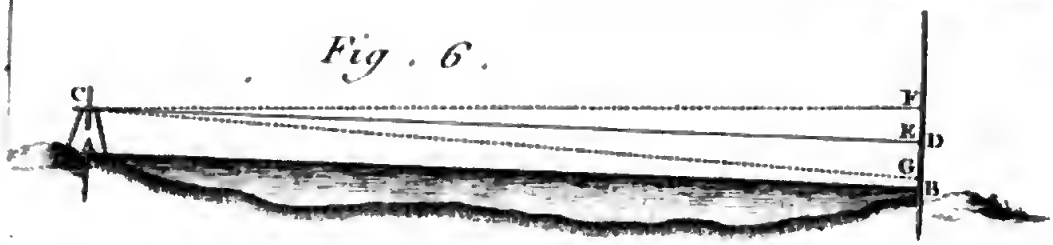
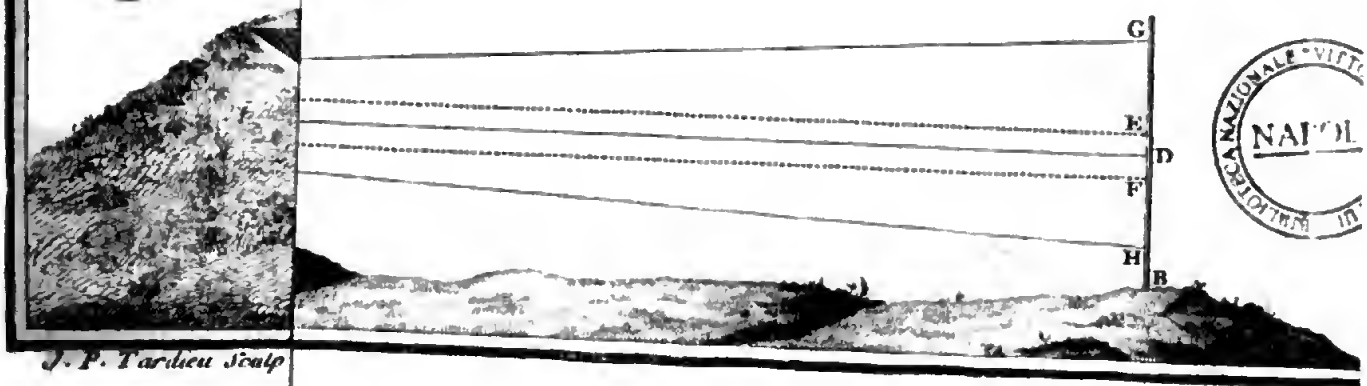


Fig. 6.

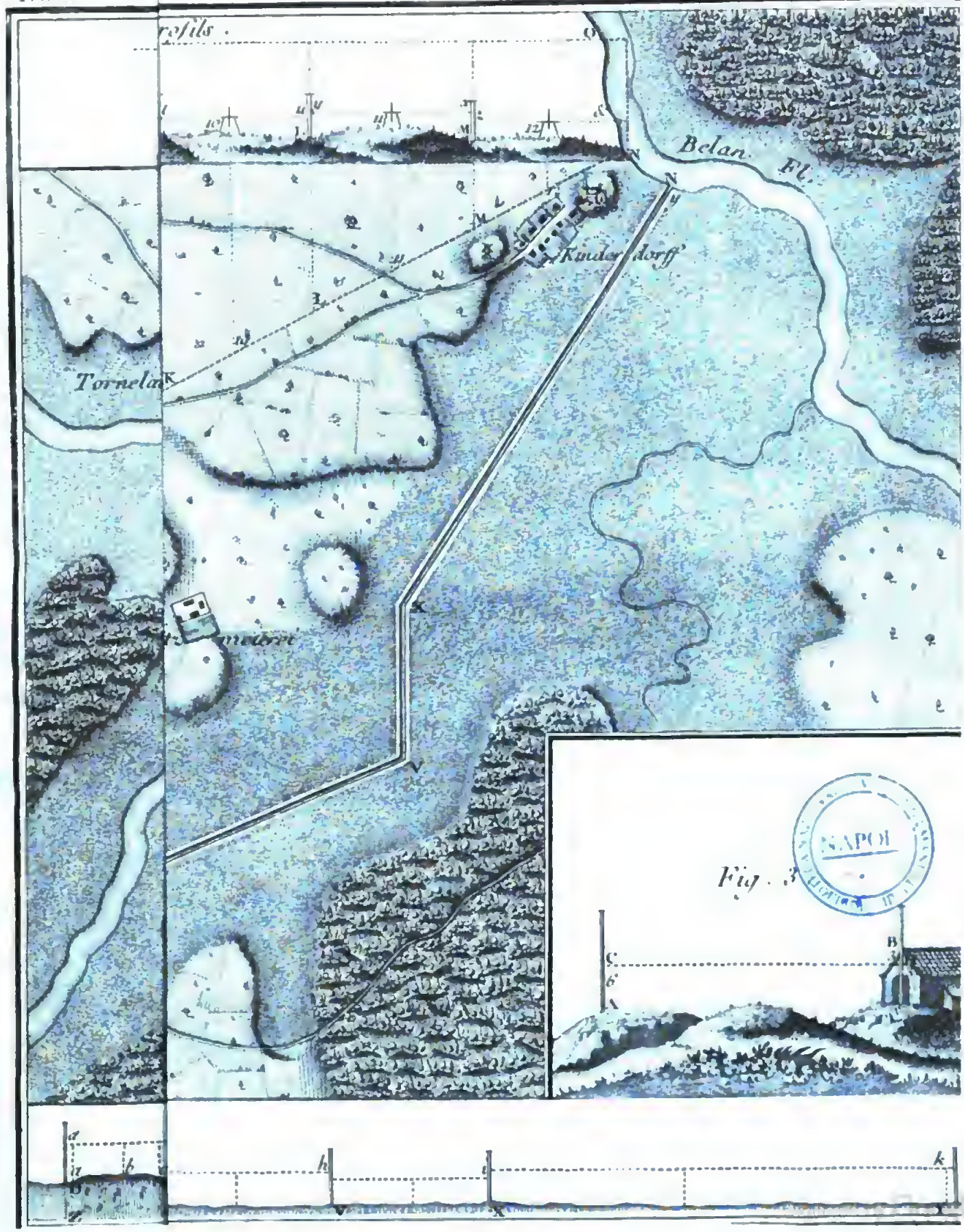


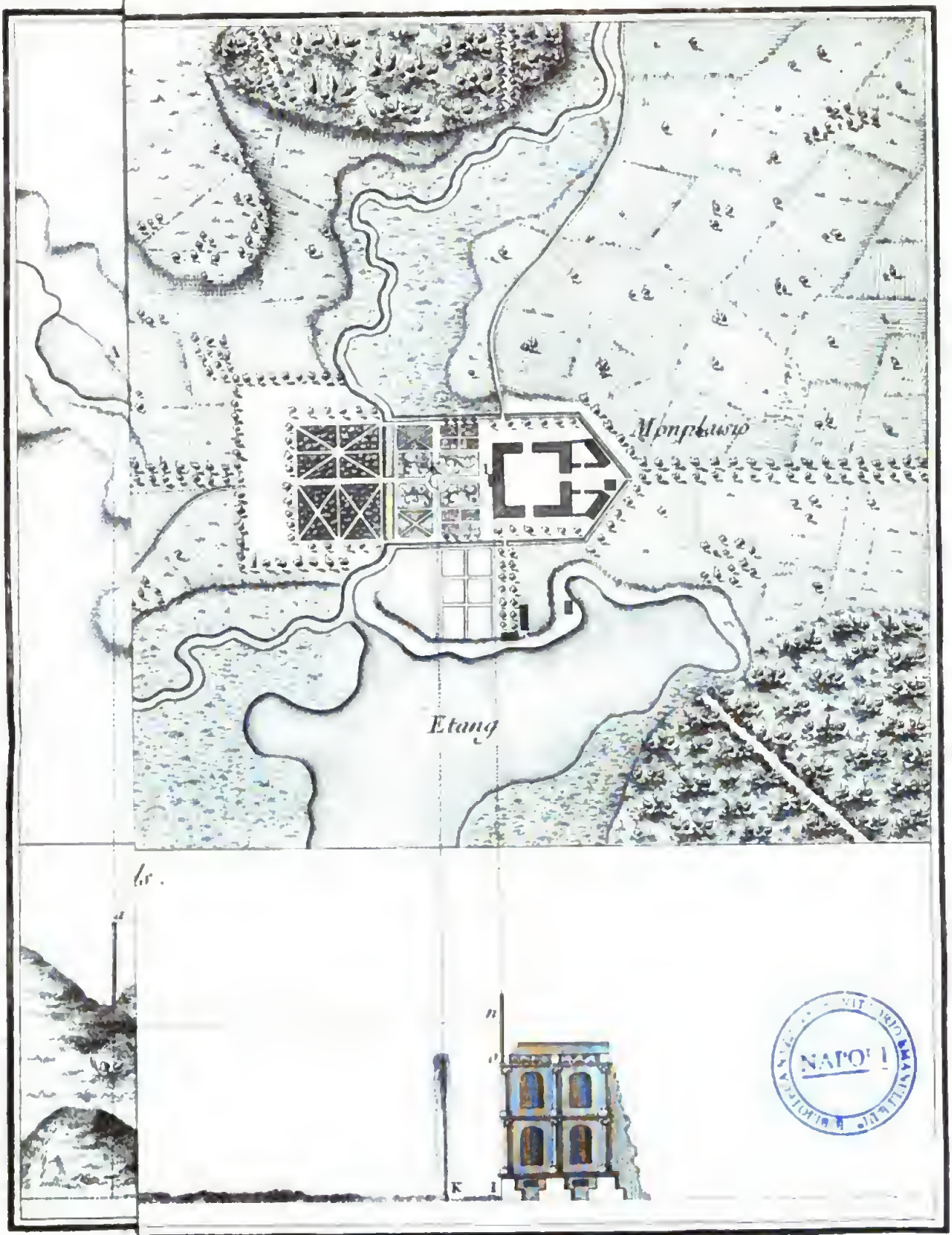
J. F. Tardieu Sculp

NAPOL

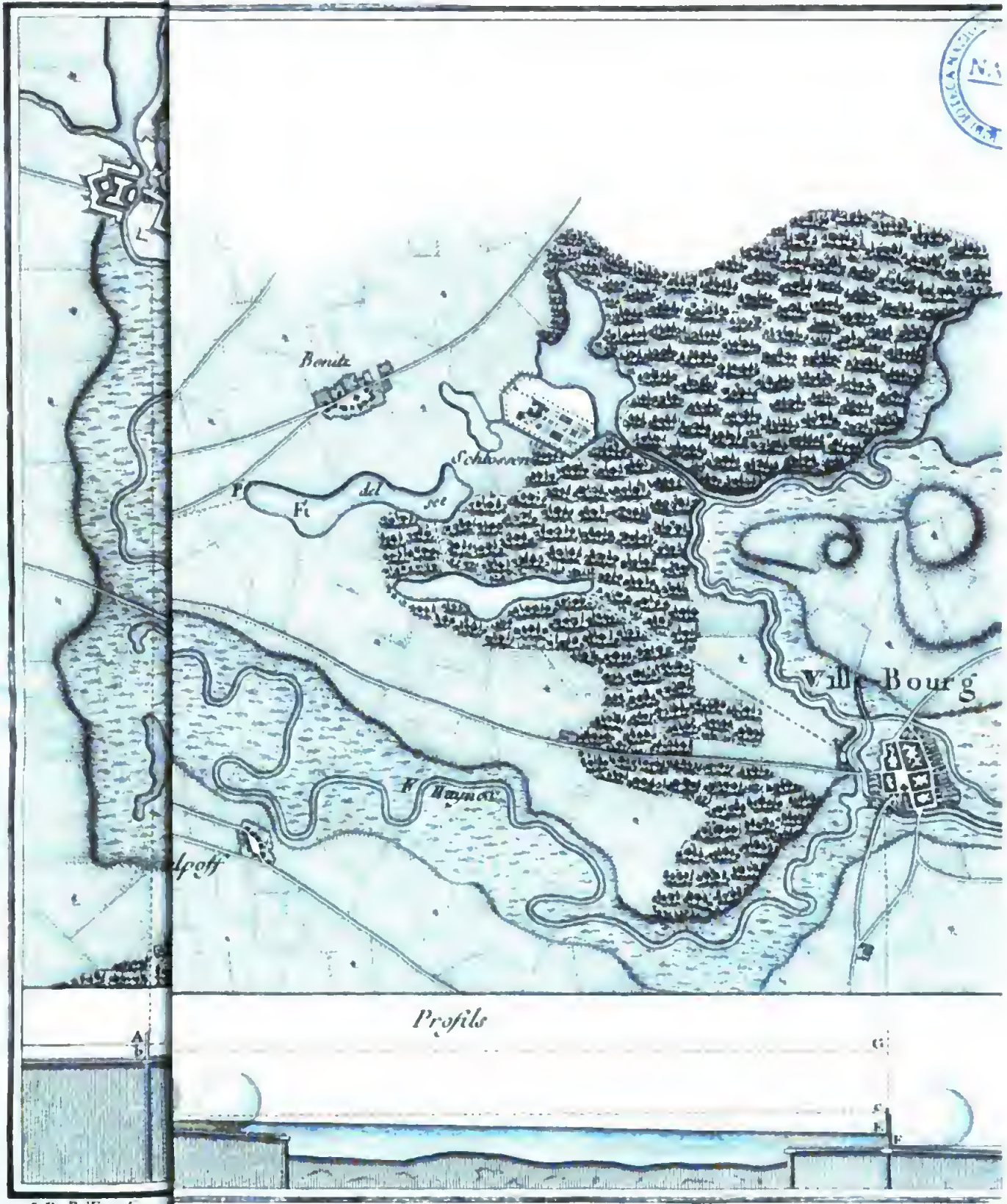
Nw

Pl. V.





NAPOLI



J.B.P. Tardieu

Digitized by Google

Extrait des Regiſtres de l'Académie.

Du Jeudi 10 Juin 1751.

MONSIEUR le Directeur & Profeſſeur EULER *a fait rapport qu'ayant lu le Traité de M. le Capitaine* LE FEBVRE *ſur le Nivellement, il a trouvé que toutes les pieces qu'il avoit ajouté aux inſtruments qu'il propoſe pour ce deſſein, concourent à en faciliter les opérations, & à les porter à tout le degré de préciſion qu'on peut ſe promettre dans ces ſortes d'opérations.*

Je certifie que cet Extrait eſt exactement conforme aux Regiſtres. A Berlin ce 18 Juin 1751.

Scellé du Sceau de l'Académie, & Signé

FORMEY, Secretaire perpétuel.

APPROBATION.

NOUS ſouſſigné Feld-Maréchal des Armées de SA MAJESTÉ *le Roi de Pruſſe, Chevalier de l'Ordre de l'Aigle Noir, &c. certifions que nous avons vu & examiné le Niveau dont M. le Capitaine* LE FEBVRE *a fait l'épreuve devant Nous; que cet inſtrument a, outre toutes les propriétés de celui de M. Picard, celle d'être bien plus commode dans la pratique, & que les changements qu'il y a fait, auſſi-bien que pluſieurs pieces eſſentielles qu'il y a ajouté, le rendent bien plus aiſé pour acquérir cette grande préciſion requiſe dans les opérations du Nivellement; & en conſéquence, nous lui donnons notre approbation. A Berlin ce 17 Août 1750.*

Signé LE COMTE DE SCHMETTEAU.

Digitized by Google

ESSAI

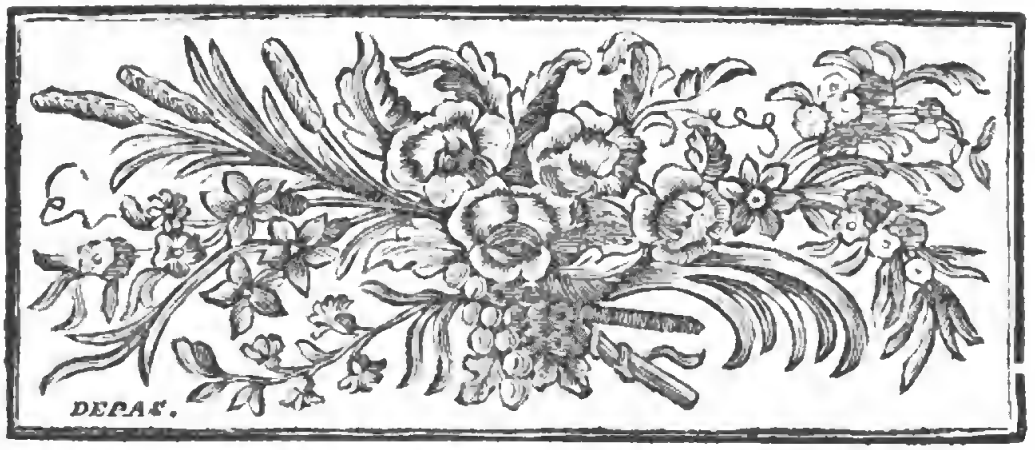
SUR

LA MANIERE

DE

FAIRE LES CARTES.

Digitized by Google



ESSAI

SUR

LA MANIERE

DE

FAIRE LES CARTES.

LA Carte la plus générale que nous ayons eſt celle du Globe terreſtre, qui varie ſelon les différents ſens dans leſquels la Terre & les Mers y ſont repréſentées. Des Cartes générales.

Les Cartes de l'Europe, de l'Aſie, de l'Afrique, & de

l'Amérique, tiennent le ſecond rang; on met au troiſieme rang celles des Empires & des grands Royaumes, comme de l'Allemagne, de la Ruſſie, de la Turquie, de la France, de l'Eſpagne, de l'Angleterre, de la Pologne, &c. que je regarde toutes comme générales, en ce qu'elles ne montrent guere que l'étendue des Etats qui en ſont l'objet, leurs ſituations reſpectives par rapport au Globe, les lieux les plus connus de notre Terre, les Villes & les Rivieres les plus conſidérables.

Des Cartes particulieres.

Les Cartes de grandes Provinces, telles que celles de Boheme, de Pruſſe, (1) de la Flandre, de la Saxe, de l'Italie, de la Siléſie, de la Moravie, &c. peuvent déja être regardées comme particulieres, au moins pour la plupart.

Viennent enſuite les Cartes ſpéciales de certaines Contrées, des appartenances d'une grande Ville, d'une Principauté, ou de quelques Seigneuries. Ces ſortes de Cartes, ſi l'on en avoit une bonne collection, ſeroient, ſans doute, d'une très-grande reſſource, à cauſe des détails qui s'y trouvent bien plus communément que dans les Cartes générales; ſauf à prendre garde de ne pas s'en laiſſer impoſer par des détails ſpécieux qui ne ſont quelquefois que des vraiſemblances de l'invention du Deſſinateur. Y a-t-il, par exemple, rien de plus détaillé en apparence, que les Cartes de certaines parties des Provinces-Unies, du Brabant, & de la Flandre Hollandoiſe, où les Rivieres, les Canaux, les digues, les chemins, les Villes, les Villages, &c. ſont exprimés,

(1) Quoique la Boheme & la Pruſſe ſoient à préſent des Royaumes, elles ne doivent cependant être regardées dans ce cas-ci, que comme de grandes Provinces.

exprimés, pour ainſi dire, en relief, tandis que tout ce qui y eſt ainſi repréſenté n'eſt pour la plupart, rien moins que vrai, & que les poſitions des lieux y ſont preſque toutes fauſſes au moins quant à ce que j'en ai vu par moi-même? Il n'en eſt pas de même des grandes Cartes de la Flandre & du Brabant gravées à Bruxelles, par *Frix*, & enſuite à Paris, par *Le Rouge*. Ces Cartes nous ont été très-utiles dans la derniere guerre en Flandres.

Nous avons les Cartes de la Siléſie, de la Boheme, de la Moravie, de la Saxe, de la Weſtphalie, &c. qui nous ſont d'une très-grande reſſource dans cette guerre-ci: il en eſt une infinité d'autres, comme du cours du Rhin, du Danube, du Pô, &c. qui ſont très-bonnes.

Il ſe trouve quelquefois des morceaux de terrein fort détaillés & très-bien levés, des plans de Villes avec leurs environs ſouvent fort étendus, des Bailliages, même des terres de ſimples particuliers, qui, ſelon les circonſtances, ne ſeroient nullement à négliger.

Cet Eſſai n'a pour objet que les Cartes générales.

Au reſte, je préviens que cet Eſſai n'a pour objet que les Cartes générales quelconques, me réſervant, pour un autre endroit, les détails qui concernent les Cartes particulieres.

Par qui elles doivent être levées?

Généralement la levée des Cartes regarde les Ingénieurs; qu'ils ſoient militaires ou civils, cela ne fait rien à la choſe, pourvu qu'ils ayent ce qu'il leur faut pour ſe bien acquitter de leur commiſſion: mais, à ce ſujet, il eſt bon d'être prévenu qu'il n'en eſt pas de la Carte d'un Empire, d'un Royaume,

ou d'une grande Province, comme de celle d'un terrein qu'on leve en ſuivant l'Armée, avec une ſimple planchette, une bouſſole, ou quelqu'autre inſtrument de cette catégorie, & même le plus ſouvent à vue d'œil; quoique, dans le fond, la théorie ſoit pour les unes & les autres à peu près la même, il y a cependant bien de la différence dans les opérations. Pour le premier, il faut des Géometres, des Géographes, (1) & de bons Aſtronomes; pour le ſecond, il ne faut que des Ingénieurs fort ordinaires.

Auſſi n'appartient-il qu'à des Souverains de faire lever les Cartes de leurs Etats, ou de quelques grandes Provinces; ce qui vraiſemblablement ſuppoſe le cas de n'en avoir que d'imparfaites, de fauſſes, de douteuſes, ou peut-être de n'en avoir point du tout. Cela vient auſſi quelquefois d'une ſimple curioſité de grands Seigneurs; car il en eſt pour eux de ces choſes-là comme d'un meuble qui plaît.

Des Cartes anciennes.

Outre les Cartes nouvelles que tout le monde a, il en eſt d'anciennes qui ne ſe trouvent guere que chez les Savants, ou entre les mains de ceux qui veulent faire des progrès dans l'étude de l'Hiſtoire & dans les connoiſſances de l'Antiquité: telles ſont entre autres les Cartes anciennes d'une partie de l'Afrique & de l'Aſie, des Gaules, de l'Egypte, de la Grece, de l'ancienne Italie, de la Germanie, &c.

Projet de lever la Carte du Canada.

J'entre en matiere par un exemple que je préſume devoir plus

(1) Je n'entends point par Géographes, ces gens qui, dans les armées, ſe diſent *Ingénieurs Géographes*, uniquement parce qu'ils ne ſont point Ingénieurs: mais qui cependant ſont tenus tels par la plupart de ceux qui manquent des connoiſſances qu'il faut pour ne pas s'en laiſſer impoſer.

Digitized by Google

intéreſſer que tous les raiſonnements dont eſt ſuſceptible un projet comme celui-ci. Je ſuppoſe que les Anglois veuillent faire lever la Carte de leurs conquêtes en Amérique : qu'ils l'ayent déja, bonne ou mauvaiſe, cela n'eſt pas de mon ſujet : mais je poſe pour baſe des opérations que je propoſerai à ce ſujer, qu'ils ont, auſſi exactement qu'il ſoit poſſible, la Carte de leurs anciennes poſſeſſions dans ce Pays-là, même aſſez avant dans les terres du Continent, pour n'avoir plus beſoin que de joindre la nouvelle Carte à l'ancienne, pour en faire une complette de tout ce qu'ils poſſedent dans cette partie du monde. Ainſi je laiſſerai à l'ancienne Carte, toutes les côtes orientales juſqu'à l'embouchure du fleuve Saint-Laurent, la preſqu'Iſle d'Acadie, l'Iſle Royale, celle de St. Jean, d'Anticoſti & toutes les autres petites Iſles qui ſe trouvent le long des côtes : bornant mon projet au cours du fleuve St. Laurent & à la levée de terrein à droite & à gauche de ce fleuve, depuis le lac Ontario, juſqu'à ſon embouchure vis-à-vis de l'Iſle d'Anticoſti ; le tout de maniere que les points des nouvelles obſervations ſe rencontrent dans les terres, parfaitement avec ceux des anciennes qui deviendront par-là la baſe de tout l'Ouvrage. PLANCHE I.

Premiers pas des Obſervateurs arrivés à Quebec.

Que pour une telle entrepriſe, on envoye de Londres douze Ingénieurs, membres d'Académie, ou autres, tels qu'il les faut pour ces ſortes d'ouvrages : que leurs premiers pas en arrivant à Quebec, ſoient ſur une hauteur proche de la ville que je marque A, cela eſt auſſi naturel que de ſuppoſer que de cette hauteur on découvre une grande partie des montagnes aux environs, en fuſſent-elles éloignées de dix, de douze, & même de quinze milles d'Allemagne, (1) peut-être à de telles diſtances ne les verra- PLANCHE I.

(1) J'ai vu du milieu des Plaines de Magdebourg les montagnes du Hartz à

t-on que difficilement & confuſément ; mais il ſuffit de les appercevoir pour remplir l'objet que l'on ſe propoſe.

Mettons que les montagnes les plus aiſées à diſtinguer du point A, ſoient B, C, O, d'un côté du fleuve, & H, D, G, de l'autre côté ; il en réſultera que la hauteur A ſera vue réciproquement de ces ſix points : reſte à ſavoir ſi de B on peut voir C, ſi de G on peut voir D, c'eſt pourquoi on enverra quelques-uns des Obſervateurs aux endroits en queſtion : s'il ne ſe trouve point de difficulté à voir d'un lieu l'autre, on y élevera tout de ſuite les ſignaux avec leſquels on ſe propoſe de lever les deux triangles AGD, AGB; ce qui ſera le commencement des opérations.

Les Obſervateurs ſeront, ſans doute, munis d'inſtruments & de tout ce qui leur eſt néceſſaire pour une entrepriſe pareille. Je n'entre point dans le détail de leurs équipages, de leurs chevaux, ni de leurs voitures : mais je compte qu'indépendamment de leurs domeſtiques, ils auront quelques aides intelligents & un certain nombre de travailleurs pour les gros ouvrages indiſpenſables dans ces circonſtances : il leur faut auſſi deux bons Deſſinateurs & deux Secretaires qui tiennent des Journaux exacts des opérations.

Les ſignaux aux ſommets des montagnes ſeront autant qu'il

---

plus de 14 milles de diſtance ; celles de Boheme ſe voyent d'auſſi loin ; d'ailleurs, tout ceci n'étant qu'une ſuppoſition, pourvu qu'on garde une certaine vraiſemblance, il eſt libre à chacun de la faire la plus propre à l'objet qu'il ſe propoſe : ainſi les diſtances & les meſures, quoique vraies en elles-mêmes, peuvent être réduites à ce que l'on veut, & par conſéquent n'être regardées que comme des meſures & des diſtances de pure imagination.

ſera poſſible, bâtis ſur des plate-formes horiſontales, où l'on dreſſera de grands arbres en forme de cônes perpendiculaires ſur les plate-formes qui leur ſerviront de baſes, & qui doivent être aſſez grandes pour qu'on puiſſe manœuvrer avec les Inſtruments dans le vuide du cône où l'on fera entre les arbres autant d'ouvertures que l'on voudra, pour viſer à tous les points des environs. Si l'on veut avoir les ſignaux blancs, on dépouille les arbres de leurs écorces; au contraire, on leur laiſſe toutes leurs branches & toutes leurs feuilles, ſi l'on veut les avoir noirs & épais. On ſe ſert des premiers, lorſque les ſtations ne ſont pas fort éloignées les unes des autres: (1) mais à la diſtance de douze & de quatorze milles d'Allemagne, (ce qui eſt à la vérité une propoſition un peu forte) on ne les ſauroit faire trop épais ni trop hauts, afin que cela faſſe un feu plus grand & plus durable, le jour ou la nuit qu'on ſera convenu de les allumer.

Premieres ſtations des Obſervateurs.

Des douze Ingénieurs ci-deſſus mentionnés, il s'en établira quatre à l'Obſervatoire A, (2) deux iront vers B, deux vers C, & les quatre autres, vers D G. Si quelques-uns venoient à ſe tromper en prenant une montagne pour l'autre, ce qui ne ſeroit nullement impoſſible dans un pays comme celui-là, & à la diſ-

PLANCHE I.

(1) Selon *Mr. de Maupertuis*, les ſignaux dont on s'eſt ſervi pour meſure du degré du Méridien au Cercle Polaire, étoient pour la plupart blancs; de ſorte qu'on pouvoit facilement les obſerver à la diſtance de 10 & 12 lieues de France; mais il eſt à remarquer en ceci, que ſi les ſignaux doivent être tous au-deſſus de l'horiſon, il faut qu'ils ſoient noirs, & au contraire, s'ils ſont pour être vus au-deſſous de l'horiſon, il faut qu'ils ſoient blancs.

(2) Je dis l'Obſervatoire, puiſque c'eſt un point duquel dérivent tous les autres enſuite, & auquel ils doivent ſe rapporter tous, comme nous aurons occaſion de le voir en ſon lieu.

tance exceſſive que nous ſuppoſons, il faudroit alors ſe redreſſer les uns les autres par les ſignaux, ou telles autres meſures que ce ſoient, dont on ſeroit convenu. Les choſes ainſi préparées pour lever en même-temps les angles des deux triangles A B C, A D G, on obſervera avec l'Inſtrument placé en A, les quatre points B, C, D, G, auxquels nous nous bornons pour les premieres Opérations, & l'on notera exactement les angles que les lignes de viſée font entr'elles. Suppoſons que les lignes A B, A C, faſſent l'angle B A C, de 51 degrés 10 minutes, & les lignes B A, B C, l'angle A B C, de 48 degrés 52 minutes, il s'enſuivra néceſſairement le troiſieme angle du triangle A C B, de 79 degrés 58 minutes; & s'il ſe trouve tel en le meſurant avec l'inſtrument, c'eſt une marque de la détermination juſte de ce premier triangle par rapport à ſes angles. Faiſant à D & à G, comme à B & à C, on aura le ſecond triangle A D G déterminé de même par rapport à ſes angles; on peut tout de ſuite meſurer l'angle B A D qui ſe trouve entre les deux triangles; mais avec tout cela on ne peut pourtant point encore les ajuſter ſur le plan : c'eſt pourquoi je préſume qu'il ſeroit bon de pouvoir du point B, voir le point D, & réciproquement; afin d'avoir par-là le triangle A B D, pour joindre enſemble les deux premiers & en faire un Plan quelconque, en attendant une baſe propre à déterminer leur véritable grandeur.

D'une baſe propre à déterminer la grandeur des triangles.

Mais, pour avoir cette baſe dès le commencement, ce qui ſeroit d'un très-grand avantage pour le progrès des opérations ultérieures, il faudroit chercher dans le voiſinage quelque plaine ou terrein aſſez étendu pour pouvoir y rapporter les triangles dont je viens de parler, & déterminer tout de ſuite leur grandeur. Que cette baſe ſoit, par exemple, la ligne P a, rap-

PLANCHE I.

portée comme il ſe voit au côté A C, du triangle A C B, cela ſuffit pour déterminer la grandeur de ce côté-là. Nous verrons enſuite comment de cette grandeur une fois déterminée, découlent toutes les autres; il y auroit ſeulement à craindre, dans un cas comme celui-ci, de trouver trop de difficultés à meſurer une auſſi grande étendue de terrein. Enfin, que la choſe ſoit poſſible ou non, rien n'empêche de lever une ſuite de triangles, à peu près comme ils ſont marqués au Plan, ſans s'embarraſſer de la grandeur de leurs côtés que l'on détermine enſuite, lorſqu'on a l'occaſion de meſurer une ligne qui puiſſe ſervir à cette détermination.

Des ſignaux pendant la nuit.

A vue de pays, la diſtance de A à C eſt de 11 milles d'Allemagne, celle de A à B d'environ 14 milles. Quoique dans un temps clair & ſerein on puiſſe voir, à cette diſtance, les ſommets des hautes montagnes, il ne s'enſuit pas pour cela qu'il ſoit aiſé de diſtinguer les ſignaux d'un lieu à l'autre, même avec les meilleures lunettes d'approche adoptées aux inſtruments: mais, ſi l'on ne peut rien obſerver de jour, il faut obſerver la nuit les feux qu'on ſera convenu d'y allumer. J'ai marqué les arbres qui doivent ſervir de ſignaux préciſément ſur les plate-formes: comment faire pour les brûler & inſtrumenter en même-temps par-deſſous? Le moyen le plus ſimple, ſelon moi, dans un cas pareil, ſeroit de faire avec de grands arbres, des bûchers à quelque diſtance de la plate-forme, chacun ſur l'alignement de certains points reſpectifs, c'eſt-à-dire, comme il ſe voit en la Figure I, qu'on feroit ſur l'alignement des points A B, le bûcher C, à une vingtaine de pas de B, & ſur l'alignement des points D B, le bûcher E, auſſi à une vingtaine de pas de B, & ainſi des autres. Une diſtance de vingt ou de vingt-cinq pas

PLANCHE I.

d'un bûcher à l'autre ne peut guere être regardée, par rapport à celle de douze ou de 14 milles d'Allemagne, que comme un point dont les obſervateurs ſont les maîtres de ſe ſervir de la maniere la plus propre à l'objet de leurs opérations. Je ſuis perſuadé que deux bûchers allumés à cette diſtance ne paroîtront faire qu'un ſeul feu. Suppoſé même qu'il y ait un peu de diſtinction, ce que je ne préſume pas, il dépendra toujours des Obſervateurs de viſer un peu plus à droite ou un peu plus à gauche, ſelon qu'ils le jugeront à propos.

Triangles rapportés enſemble pour en faire une ſuite.

Les trois triangles ABC, ADG, ABD, rapportés enſemble, par le moyen de leurs côtés communs, peuvent déja commencer le plan des opérations, quand bien même leur véritable grandeur ne ſeroit point encore déterminée.

PLANCHE I.

Mais ſi, à cauſe de la trop grande diſtance de B à D, ou pour quelqu'autre raiſon que ce fût, ces deux points ne pouvoient ſe voir mutuellement, il faudroit en chercher quelqu'autre mitoyen, comme H, d'où l'on pût voir A, B, D, & où réciproquement l'on pût en être vu : par-là on détermineroit ſans aucune difficulté les deux triangles AHB, AHD, & on les joindroit enſemble, par leur côté commun AH ; de même à ces deux derniers pourroient être joints tout de ſuite les deux premiers levés, auſſi par leurs côtés communs AB, AD, pour ne faire tous enſemble qu'un même plan : c'eſt pourquoi deux des quatre Obſervateurs de la hauteur A auroient bien pu s'établir d'abord au point H.

Après les obſervations faites aux points A, B, C, D, G, H, on ira aux autres points marqués dans la ſuite des triangles, ſoit

ſoit en deſcendant, ſoit en remontant le fleuve, & l'on y bâtira les ſignaux pour prendre l'ouverture des angles, à la maniere & avec les inſtruments ordinaires.

Dans le triangle ABH, ſi l'angle HAB a été trouvé par ceux de A de 42 degrés 30 minutes, & ABH de 32 degrés 20 minutes par ceux de B, on aura pour complément l'angle AHD de 105 degrés 10 minutes. De même dans le triangle ADH, l'angle HAD de 25 degrés 0 minutes, & ADH, de 32 degrés 45 minutes, donneront pour complément l'angle AHD de 112 degrés 15 minutes. J'ai dit précédemment que l'angle BAD auroit été meſuré à l'occaſion des deux premiers triangles, s'il avoit été trouvé de 77 degrés 30 minutes; ce ſeroit une marque de la juſteſſe des opérations de part & d'autre, puiſque les deux angles HAD, HAB, qui ſont enſemble BAD, ſe trouvent de 77 degrés 30 minutes.

Dans le triangle GAO, l'angle OAG de 46 degrés 0 minute, & OGA de 55 degrés 20 minutes, donneront le complément AOG, de 78 degrés 40 minutes; ainſi par le moyen de la ligne AG commune aux deux triangles AGO, AGD, on joindra le premier au ſecond en menant du point A la ligne GO, qui faſſe avec GA, l'angle de 55 degrés 20 minutes. De cette maniere, les deux lignes AO, GO, ſe coupant au point O, détermineront les angles & les côtés de ce dernier triangle, relativement aux autres pour leſquels on aura ſans doute agi de la même maniere.

Maniere d'écrire l'ouverture des angles dans le Journal.

On écrira dans le Journal des opérations l'ouverture des angles obſervés, leur réduction à l'horiſon par rapport au diffé-

rentes hauteurs des lieux d'obſervation, ou pour quelqu'autre raiſon que ce ſoit, à peu prés de la maniere ſuivante.

	Angles obſervés.		*Réduits à l'horiſon.*	*Hauteurs.*
PLANCHE I.	CAB, — 51 deg. 10 m.		51 deg. 10 m.	= 0 — 0 — 0
	BAH, — 42 — 30 —		42 — 30 —	= 0 — 0 — 0
	HAD, — 35 — 00 —		35 — 00 —	= 0 — 0 — 0
	DAG, — 73 — 00 —		73 — 00 —	= 0 — 0 — 0
	GAO, — 46 — 00 —		46 — 00 —	= 0 — 0 — 0

N B. Que dans ce commencement de Table, les angles obſervés & réduits à l'horiſon ſont les mêmes; parce que, ſelon notre ſuppoſition, toutes les opérations ſe ſont faites du centre des ſignaux, & les endroits des ſignaux ſont à peu près auſſi élevés les uns que les autres. Ce n'eſt pas que la différence qu'il pourroit y avoir, à cauſe des hauteurs inégales des ſignaux, ſoit à négliger; mais j'aime mieux en faire un article à part dans la note ſuivante (1).

---

(1) Il eſt à obſerver que les côtés des triangles ne ſont pas toujouts de 10 & de 14 milles, comme je les ſuppoſe en cet exemple. On n'eſt pas non plus toujours maitre de placer les inſtruments quarrés de cercle, ou autres, aux centres des ſignaux, & les ſignaux ne ſont pas toujours ſur des hauteurs égales. Dans un clocher dont la fleche ſert naturellement de ſignal, il eſt rarement poſſible de placer l'inſtrument au centre. Sur une hauteur où ſe trouve pour point de vue un moulin à vent, ou un gros arbre, comment dreſſer l'inſtrument au centre, à moins de renverſer le moulin, ou de couper l'arbre? Dans des cas pareils, ſi on les croit de quelque conſéquence, il n'y a point d'autre parti à prendre que de ſe mettte en-avant, en-arriere, ou à côté du ſignal.

Soit dans le triangle A B C, Fig. premiere, A un gros arbre, C le clocher d'une Ville ou d'un Village, & B un troiſieme point quelconque: pour viſer de A à C, on mettra l'inſtrument au point a, ſix pieds en-avant du centre de l'arbre A, dans l'alignement de A C. Enſuite pour viſer de C à A, on mettra l'inſtrument à c, 8 pieds derriere C, dans le prolongement de la ligne A C, afin de pré-

Après avoir levé les triangles aux environs de Québec, les Obſervateurs ſe ſépareront, les uns pour remonter, les autres pour deſcendre le fleuve.

Les Obſervateurs changent de ſtations.

---

venir les difficultés que des points hors de cet alignement pourroient cauſer dans les calculs ; de cette maniere, les ſignaux aux ſommets des angles du triangle ne ſeront plus A B C, mais a B c. Or en ſuppoſant l'angle c a B de 67 degrés 30 minutes, l'angle a c B, de 61 degrés 45 minntes, & le côté a c de 1500 verges, on aura, moyennant ces trois choſes connues, l'angle a B c de 50 degrés 55 minutes, le côté a B de 1706 verges 3 pieds 6 pouces, & le côté B c de 1789 verges 6 pieds 7 pouces. Ayant le triangle a B c ainſi déterminé par rapport à ſes angles & à ſes côtés, on trouvera les angles du triangle A B c, & ſon côté A B, en conſidérant que l'angle c demeure toujours de 61 degrés 45 minutes, & que la grandeur des côtés qui forment cet angle eſt déja connue, c'eſt-à-dire, la grandeur du côté B c, pour être de 1789 verges 6 pieds 7 pouces, celle du côté A c pour être de 1500 verges 6 pieds, & l'angle A c B de 61 degrés 45 minutes. Par le moyen de ces trois choſes, on connoîtra l'angle B A c de 67 degrés 29 minutes ; ce qui eſt la réduction de l'angle B a c à l'angle B A c, d'une minute de moins à ce dernier : d'où il s'enſuit que, connoiſſant dans le même triangle A B c, les trois angles & deux côtés, on connoîtra le troiſieme côté A B de 1706 verges 5 pieds 6 pouces ; ce qui fait la réduction de la ligne A B en raiſon de deux pieds de plus pour celle-ci.

Quant à la ſeconde ſuppoſition de l'inſtrument placé en c, à 8 pieds derriere c, la queſtion eſt de réduire le triangle A B c au triangle A B C. Pour cet effet connoiſſant,

A B de 1706 verges 5 pieds 6 pouces.

A C de 1499 verges 10 pieds 9 pouces, & l'angle B A C de 67 degrés 29 minutes, on connoîtra l'angle A C B de 61 degrés 46 minntes, 10 ſecondes ; ce qui eſt la réduction de l'angle A c B à l'angle A C B, d'une minute & dix ſecondes de plus pour ce dernier. Ainſi, connoiſſant dans le triangle A B C, les trois angles & deux des côtés, on connoîtra le troiſieme côté B C 1789 verges 2 pieds 8 pouces.

De cette maniere, le triangle a c B ſera réduit au triangle A C B ; mais quoique cette réduction ne conſiſte, par rapport aux côtés des triangles, qu'en quelques pieds & pouces ſur des diſtances de 1500 & de 1600 verges, & en quelques minutes & ſecondes de différence dans les angles, on doit cependant voir par cet exemple, qu'il peut être de quelque conſéquence, dans la ſuite des opérations, d'obſerver, autant qu'il eſt poſſible, les angles du centre des ſignaux, ou ſi on ne le peut pas, d'entrer dans la réduction des triangles.

Il eſt évident que, ſi la réduction par

De D, B, H, verra-t-on E? Ne le verra-t-on que de deux de ces points, ou ſeulement d'un? En tout cas, deux des Obſervateurs iront avec leurs corteges élever un ſignal E pour y faire leurs obſervations, tandis que les autres feront les leurs

---

rapport aux centres des ſignaux ſert à la préciſion de l'ouvrage, la réduction par rapport aux hauteurs différentes des lieux n'y ſert pas moins. Qu'on viſe, par exemple, du point B au point A, Fig. III; ſi ce dernier eſt plus haut de pluſieurs verges que le premier, il s'enſuivra que le rayon B A ſera plus long que la ligne horiſontale B C que couperoit au point C la perpendiculaire abaiſſée de A. Je conviens qu'eu égard au plan de l'horiſon, la différence ne ſeroit preſque rien, s'il ne s'agiſſoit que d'un angle; mais lorſqu'il s'agit de pluſieurs angles qui forment un triangle & une ſuite de triangles, cela demande déja qu'on y faſſe quelque attention, ſur-tout ſi les ſignaux ne ſont pas fort diſtants les uns des autres, & ſi la différence de leurs hauteurs eſt conſidérable.

Dans le triangle A B C, Fig. IV, connoiſſant la baſe A B de 3000 verges, & chacun des trois angles de 60 degrés 0—0; les deux autres côtés A C, B C ſeront par conſéquent auſſi de 3000 verges chacun: nous ſuppoſons les termes de la baſe A B de même hauteur; mais C au-deſſus de A & de B, de maniere que les rayons A C, B C, faſſent avec l'horiſon un angle de 40 minutes. Cet angle, avec 3000 verges pour la diagonale du triangle, donne à ſon côté oppoſé perpendiculaire ſur la ligne horiſontale, 34 verges 10 pieds 8 pouces, leſquels produiſent la différence de la diagonale à la ligne horiſontale de 23 pieds 8 pouces de moins à cette derniere. Cette réduction qui eſt la même pour les deux côtés, A C, B C, donne après cela dans les angles une différence de quelques ſecondes. Ainſi l'angle C, au-lieu d'être de 60 degrés, ſe trouvera de 60 degrés 0 minutes 22 ſecondes, & par conſéquent chacun des deux autres angles ne ſera que de 59 degrés 59 minutes 49 ſecondes; mais puiſqu'on connoit C plus haut que A & B en raiſon de 40 minutes pour l'angle que cela forme, on écrira comme ci-après dans la premiere colonne, l'angle obſervé de 60 degrés dans la ſeconde colonne, ce même angle réduit à l'horiſon de 59 degrés, 59 minutes, 49 ſecondes; enfin, dans la troiſieme colonne, l'élévation de C au-deſſus de A & de B en raiſon de 40 minutes pour les angles. NB. Que dans la colonne des hauteurs, le ſigne + marque l'élévation au-deſſus de l'horiſon, & le ſigne — marque l'abaiſſement au-deſſous. Si du point C on obſerve l'angle A C B de 60 degrés, A & B ſe trouvant chacun de 40 minutes au-deſſous de C, donneront l'angle A B C réduit à 60 degrés 0 minutes 22 ſecondes.

aux endroits où il conviendra le mieux. Suppoſons l'angle H B E obſervé par ceux de B, de 55 degrés, on l'écrira comme je l'ai dit précédemment, & on le réduira, s'il eſt néceſſaire, pour le rapporter ſur le Plan, en menant la ligne B E qui faſſe

Angles obſervés.	*Réduits à l'horiſon.*	*Hauteurs.*	
ABC 60d. 0m. 0f.	59d. 59m. 49f.	C + 0d. 40m. 0f. A - 0- 40- 0-	Fig. IV.
ACB 60- 0- 0-	60- 0- 22-	B - 0- 40- 0-	

Il arrive preſque toujours, ou plutôt il eſt humainement impoſſible qu'il n'arrive pas, qu'après l'obſervation des angles d'un triangle, ſi l'on s'aſſujettit à les obſerver tous les trois ſéparément, & même après leur réduction à l'horiſon, ils ne font point enſemble préciſément 180 degrés, les eût-on obſervés avec les inſtruments les plus parfaits; ce qui oblige à les corriger pour le calcul, en faiſant entrer la différence dans chacun des trois angles à proportion de leur grandeur; c'eſt-à-dire que ſi elle manquoit pour faire 180, il faudroit l'ajouter, & au contraire, l'ôter, toujours dans la même proportion, ſi elle y étoit de trop, comme l'exemple ſuivant le fait voir dans le triangle D E F. Fig. V.

Angles obſervés.	*Réduits à l'horiſon.*	*Hauteurs.*	*Corrigés pour le Calcul.*
DEF 40d. 14m. 57f. 3'''e.	40d. 14m. 52f. 7'''e.	F +0d. 22m. 30f. D+0- 1- 0-	40d. 14m. 46f.
EDF 51- 53- 13- 7-	51- 53- 4- 3-	F +0- 18- 30- E—0- 14- 0-	51- 52- 57-
EFD 87- 52- 9- 7-	87- 52- 24- 3-	E—0- 32- 40-	87- 52- 17-
180- 0- 20- 7-	180- 0- 21- 3-		180- 0- 0-

On peut voir par ces exemples, que les différences, quand il s'agit de diſtances un peu grandes, ſont ſi petites, qu'il eſt preſqu'inutile d'y avoir égard. A plus forte raiſon ſeroit-il donc permis de les négliger, ſi les diſtances étoient de douze ou de 14 milles d'Allemagne, comme j'ai haſardé de les ſuppoſer au commencement. Auſſi n'ai-je inféré ceci que pour montrer la préciſion à laquelle on devroit à la rigueur s'attacher dans ces ſortes d'ouvrages. Autre choſe ſeroit, ſi les diſtances étoient courtes, & ſi les points d'obſervation ſe trouvoient fort au-deſſus ou au-deſſous les uns des autres. Par exemple, dans le triangle A B C, Fig. IV, la diſtance A B n'étant que de 150 verges, & le point B ſe trouvant de 7 degrés 36

avec B H, l'angle de 55 degrés. L'angle B E H ayant été obſervé en E de 56 degrés 20 minutes, on l'écrira, comme le précédent, & on le rapportera ſur le Plan en menant la ligne H E qui faſſe avec H B l'angle de 68 degrés 40 minutes, ſoit que cet angle ait été trouvé d'autant par ceux de H, ſoit qu'on ſe ſoit ſervi du complément des deux premiers H B E, B E H, pour le marquer tel.

PLANCHE II. Dans le triangle H D E, l'angle D H E ayant été obſervé de 73 degrés 55 minutes, ou déterminé tel par complément des trois angles D H A, H A B, B H E pour achever le Cercle: ſi les deux côtés E H, D H ſont connus, comme nous le ſuppoſons, l'un de 17038 verges 7 pieds, & l'autre de 19979 verges 3 pieds, on aura bientôt deux autres angles, & par conſéquent le triangle ſera déterminé par rapport à ſes angles & à ſes côtés, comme il ſeroit en la Figure Iere. de la Planche II, où eſt marquée la ſuite des premiers triangles, déterminés, tant par rapport à leurs angles, que par rapport à leurs côtés; ce qui ſuppoſe, ſans doute, une baſe déja meſurée, dont on s'eſt ſervi pour cette détermination; que s'il n'y avoit point encore eu de baſe meſurée, on ſe contenteroit de marquer les triangles ſans avoir égard à la grandeur de leurs côtés.

Mais dans le cas où E ne pourroit être vu que de B ou de

---

minutes au-deſſus de A, la ligne A B réduite à l'horiſon ſera d'une verge, quatre pieds, trois pouces, plus courte que la ligne obſervée de A B; ce qui doit faire changer, à proportion, les angles du triangle, comme il a déja été vu: & une différence d'une verge, quatre pieds, trois pouces, ſur une diſtance de 150 verges, n'eſt pas à négliger, pour peu que l'on veuille que l'ouvrage ſoit correct.

Voyez à ce ſujet les Mémoires de *Mrs. de Maupertuis* & *Caſſini* ſur la meſure des degrés des Méridiens, par leſquels ils ont déterminé la Figure de la terre.

Digitized by Google

D, (je m'arrête au premier,) on marqueroit l'ouverture de l'angle B, par une ligne indéterminée vers E, qu'on laiſſeroit juſqu'à ce qu'elle vînt à être recoupée par quelqu'autre de la ſuite des triangles, ou juſqu'à ce que ſa grandeur fût déterminée comme celle des autres. Cela étant, les deux côtés BH, BE, connus, ainſi que l'angle compris entre deux, on trouvera par analogie l'angle BHE de 68 degrés 40 minutes, & l'angle HEB de 56 degrés 20 minutes. Par conſéquent, le côté HE ſera comme il eſt marqué en la Figure I. D'où il s'enſuit que pour déterminer la figure DHBE, jointe à la ſuite des premiers triangles, il ne s'agit que de voir E de B, H, ou D, & qu'il en ſera de même de toute autre figure en cas pareil.

J'ai dit que l'on pourroit meſurer la baſe PA; mais il eſt à obſerver par rapport à cette baſe, que ſes deux extrémités ne doivent pas être fort éloignées des points des triangles auxquels on veut les rapporter.

Maniere de ſe ſervir de la baſe par rapport à la ſuite des triangles.

Cette baſe ayant donc été meſurée & trouvée exactement de 9375 verges, 4 pieds, (1) l'angle APQ de 131 degrés, 30

(1) On trouvera peut-être cette diſtance d'une énorme grandeur, en comparaiſon des plus grandes qui ayent été meſurées juſqu'ici; mais, encore un coup, tout ceci n'eſt qu'une ſuppoſition. Lorſque Mrs. les Obſervateurs du degré du Méridien au Cercle Polaire meſurerent la baſe de leurs opérations, ils le firent avec 8 perches de 30 pieds de longueur chacune; & l'on avoit uſé de ſi grandes précautions pour ajuſter ces perches, que, malgré leur extrême longueur, lorſqu'on les préſentoit entre deux bornes de fer, elles y entroient ſi juſte, que l'épaiſſeur d'une feuille de papier le plus mince de plus ou de moins, rendoit l'entrée impoſſible ou trop libre. Les meſureurs s'étoient partagés en deux troupes, dont chacune avoit quatre de ces meſures. Enfin, les uns & les autres ayant employé

minutes, & Q A P de 21 degrés 45 minutes, on aura le troiſieme angle P Q A, de 26 degrés 45 minutes ; d'où il s'enſuivra que, comme le ſinus de 21 degrés 45 minutes, eſt à ſon côté oppoſé 9375° 4 pieds, ainſi le ſinus du complément de 131 degrés 30 minutes, = 48 degrés 30 minutes, eſt au côté A Q de 18949° 4 pieds.

PLANCHE II. *Fig. I.*

L'angle A C Q étant de 58 degrés 15 minutes, & C Q A de 95 degrés 30 minutes, on aura l'angle Q A C de 26 degrés 15 minutes ; d'où il s'enſuivra que comme le ſinus de 58 degrés 15 minutes, eſt à ſon côté oppoſé 18949 verges 5 pieds, ainſi le ſinus du complément de 95 degrés 30 minutes, eſt au côté A C de 22181 verges 7 pieds.

De même dans le triangle A B C, comme le ſinus de l'angle

8 jours à cet ouvrage, pendant le plus grand froid qui ſe faſſe ſentir au Cercle Polaire, ne trouverent dans leurs meſures que 4 pouces de différence, ſur une diſtance de 7406 toiſes, 5 pieds : exactitude, dit *Mr. de Maupertuis*, qu'on n'oſeroit attendre, qu'on n'oſeroit même preſque dire, mais qu'on ne doit pas non plus regarder comme un effet du haſard & des compenſations qui ſe feroient faites après des différences plus conſidérables ; car cette petite différence leur vint preſque tout le dernier jour, après avoir meſuré de chaque côté tous les jours le même nombre de toiſes, & tous les jours la différence entre les meſures n'ayant pas été d'un pouce, dont l'une avoit tantôt ſurpaſſé l'autre, & tantôt en avoit été ſurpaſſée. Cette juſteſſe, ajoute M. *de Maupertuis*, quoique due à la glace, (car leur baſe fut meſurée ſur le fleuve de Torneâ glacé & couvert de neige ;) & au ſoin qu'on avoit pris de ne pas négliger la moindre choſe, fait voir combien les perches étoient égales ; car la moindre inégalité entr'elles auroit cauſé une différence conſidérable dans les meſures ſur une diſtance auſſi longue qu'étoit celle-ci. *NB.* Qu'il avoit déja été obſervé que le froid & le chaud font moins d'effet ſur des meſures de bois de ſapin que ſur le fer dont étoit la toiſe qui avoit été apportée de Paris, & qu'on avoit ſoin de tenir dans un lieu où le Thermometre de M. *de Réaumur* étoit à 15 degrés au deſſus de zéro, & celui de M. *Print* à 62 degrés ; ce qui eſt la température des mois d'Avril & de Mai, à Paris.

gle B de 48 degrés 52 minutes, eſt à ſon côté oppoſé 22181 verges 7 pieds, ainſi le ſinus de l'angle C de 79 degrés 58 minutes, eſt à A B de 29000 verges ; & ainſi du reſte.

Cette ligne A B conſtatée & vérifiée, de quelque maniere que ce ſoit, pour être de 29000 verges, ſervira à cauſe de ſa grandeur, de baſe générale pour tout le reſte de l'ouvrage ; ainſi ce ſera par elle, & par une ſuite d'opérations trigonométriques les plus ordinaires, qu'on déterminera les côtés de toutes les figures quelconques, en ſuivant les triangles tels qu'ils ſont marqués dans la Carte, ſi l'on n'aime mieux en faire d'autres, ou faire quelque changement à ceux-ci.

Je laiſſe donc à ceux qui voudront s'exercer dans les calculs, à déterminer les triangles l'un après l'autre, comme j'ai commencé, & à peu près dans l'ordre de ce plan : il eſt d'ailleurs fort libre à chacun de ſuppoſer telle baſe qu'il voudra : il eſt certain auſſi que, plus y a de lignes meſurées dans un plan comme celui-ci, plus on eſt ſûr de l'exactitude de l'ouvrage, & plus on en a de ſatisfaction.

Preuve des opérations par la propriété des figures.

Les opérations peuvent ſe vérifier de pluſieurs manieres différentes ; mais, entr'autres, par la raiſon que dans des figures quelconques où les angles au contour ſont tous intérieurs, ces angles valent chacun deux angles droits, moins quatre ſur-tout. Par exemple, dans le contour d'une figure de cinq côtés, les cinq angles valent enſemble dix angles droits, moins quatre, c'eſt-à-dire, qu'ils valent ſix angles droits, qui font 540 degrés.

PLANCHE I & II.

Dans la Figure I. de la Planche II, les angles au contour du

Plan G D E B C Q O, valent enſemble ce que doit valoir un heptagone, c'eſt-à-dire 900 degrés, (ce qui ſuppoſe toutes les meſures priſes avec la derniere préciſion,) comme il ſe voit par le produit de l'addition ſuivante.

G D A *Angl.*	42 *degr.*	30 *min.*					
A D H - -	32 - -	45 -	} G D E *Angl.*	132 *degr.*	43 *min.*		
H D E - -	57 - -	28 -					
D E H - -	48 - -	37 -	} D E B - -	104 - -	57 -		
H E B - -	56 - -	20 -					
E B H - -	55 - -	0 -					
H B A - -	32 - -	20 -	} E B C - -	136 - -	12 -		
A B C - -	48 - -	52 -					
B C A - -	79 - -	58 -	} B C Q - -	138 - -	12 -		
A C Q - -	58 - -	15 -					
C Q A - -	95 - -	30 -	} C Q P - -	122 - -	15 -		
A Q P - -	26 - -	45 -					
Pour les deux angles P Q O, P O Q (1)				27 - -	24 -		
P Q A - -	39 - -	46 -	} P Q G - -	118 - -	26 -		
A Q G - -	78 - -	40 -					
O G A - -	55 - -	20 -	} O G D - -	119 - -	50 -		
A G D - -	64 - -	30 -					
				900 - -	0 -		

S'il arrivoit que la ſomme des angles ne fût pas exactement

(1) Il eſt à obſerver que pour les deux angles P Q O, P O Q, j'ai pris le complément aux angles A P Q, A P O, lequel ſouſtrait de 180 degrés donne pour

de 900 degrés, comme il peut très-bien arriver, ou plutôt comme il eſt humainement impoſſible qu'il n'arrive pas, s'ils ont été meſurés chacun à part, il en réſulteroit au moins, que l'on ſeroit à même de connoître la différence plus ou moins grande qui s'y trouveroit; d'où l'on jugeroit, ſi l'on devroit y avoir égard ou non. (1)

Dans la Figure I, la plupart des angles & des lignes ſont déterminés, par conſéquent les triangles y compris le ſont auſſi; ainſi, en ſuivant ce modele & les formules ordinaires, on peut aller d'un triangle à l'autre juſqu'à l'infini : ſi, dans la ſuite des opérations, il ſe rencontre quelques côtés de triangles aiſés à meſurer, on ne balancera point de le faire ſur le champ, avec toutes les précautions requiſes. Par exemple, lorſque le fleuve St. Laurent ſeroit gelé, ne pourroit-on pas meſurer la ligne B W qui le traverſe, comme on a meſuré au Cercle Polaire la baſe, ſur le fleuve Torneâ; mais à ce ſujet, il eſt à obſerver que la baſe meſurée ſur le fleuve Torneâ, étoit de beaucoup plus petite que la baſe P Q, que nous avons ſuppoſé précédemment, & que cependant on la regardoit comme la plus grande qui eût

---

les deux angles P Q O, P O Q en queſtion, 27 degrés 24 minutes, comme il eſt marqué dans la Table. Telle eſt la maniere la plus ſimple de mettre les angles du dehors en-dedans pour réduire la figure à ce que l'on veut : il en ſera de même de toute autre figure de tel nombre de côtés qu'elle puiſſe être, toujours par la raiſon de deux angles droits pour chaque angle à la circonférence, moins quatre angles droits ſur le tout.

(1) Les Obſervateurs du degré du Méridien au Cercle Polaire, trouverent que la ſomme des angles horiſontaux dans le contour de leur heptagone ne différoit que d'une minute & ſept ſecondes de plus à la ſomme de 900 degrés : encore attribuent-ils la cauſe de cette différence à la courbure de la terre. Préciſion étonnante, qui ne provient certainement que de l'extrême bonté des inſtruments & des ſoins que l'on s'eſt donné pour ne laiſſer rien à deſirer dans une entrepriſe de cette importance.

jamais été meſurée. Au reſte, comme ceci n'eſt qu'une ſuppoſition, ainſi que tout le reſte de l'ouvrage, on peut eſtimer & réduire les diſtances à ce que l'on veut. Ce qu'il y a de certain, c'eſt que, dans les opérations de ce genre, il faut les plus grandes baſes qu'il eſt poſſible, pour être ſujet à moins d'erreur, & qu'il eſt toujours plus ſûr de conclure du grand au petit, que du petit au grand.

Des obſtacles qui peuvent ſe rencontrer.

Je ne parle point des obſtacles qui peuvent ſe rencontrer dans la ſuite d'un tel ouvrage, comme des clochers inacceſſibles ; de la difficulté de dépouiller les montagnes de leurs arbres pour y faire des ſignaux, des inſectes, des animaux dangereux, des Sauvages, &c. je préſume que l'on n'a à combattre que les intempéries de l'air, auxquelles on eſt expoſé dans tous les climats du monde, & contre leſquelles on prend les meſures néceſſaires.

On rencontre des points de la vieille Carte dans les terres du Continent.

PLANCHE I.

Je ſuppoſe qu'en ſuivant les triangles, tels qu'ils ſont marqués dans la Planche I, on rencontre dans l'intérieur des terres, les points R, S, T, V, X, Y, Z, de la Carte des premieres poſſeſſions Angloiſes, dont il a été fait mention au commencement. Si ces points ſe trouvent dans un parfait rapport avec les triangles nouvellement levés, c'eſt une marque d'une extrême juſteſſe des deux parts. D'ailleurs, les Opérations, tant en général qu'en particulier, ſont ſuſceptibles de pluſieurs ſortes de vérification ; il ne faut que ſavoir choiſir les meilleures & les plus ſimples.

Les Inſtruments les plus propres à cette ſorte d'ouvrage ſont de bons quarts de Cercle, de deux ou trois pieds de rayon, qui, vérifiés pluſieurs fois autour de l'horiſon, donnent toujours la ſom-

me de 4 angles droits, ou au moins fort approchant : (1) tels étoient ceux dont on s'eſt ſervi avec le plus grand ſuccès au Cercle Polaire.

Suppoſons enfin le terrein propoſé ici pour exemple, levé par autant de triangles qu'il en eſt marqué dans les Plans, & ſon étendue déterminée par une ou pluſieurs baſes : il faut, après cela, y fixer un méridien, & déterminer la latitude & la longitude de quelques-unes de ſes parties principales pour pouvoir s'orienter.

Maniere de trouver le méridien d'un lieu, avec la bouſſole, peu ſûre.

Peut-être parviendroit-on à connoître, à peu près, le méridien d'un lieu, par le moyen de l'aiguille aimantée, ſi ſa déclinaiſon étoit conſtamment uniforme par-tout ; mais cette uniformité, même dans un endroit, étant encore un problême à réſoudre, cette méthode, quoique paſſable dans des cas de peu de conſéquence, ne peut guere avoir lieu dans un ouvrage qui demande, je ne dis pas une exactitude rigoureuſe, mais quelque exactitude.

Par l'ombre du Soleil, qui n'eſt guere plus ſûre que la précédente.

Nos peres ſe ſont ſervis tout ſimplement d'une aiguille per-

(1) Ce n'eſt point ici le cas de s'en tenir à un Graphometre ordinaire de 7 ou 8 pouces de rayon, quelque bien diviſé & quelque parfait qu'on le ſuppoſe. C'eſt encore moins le cas de la planchette & de la bouſſole, celle-ci ſur-tout étant ſujette à beaucoup de variations, & étant ordinairement trop petite ; car qu'eſt-ce qu'une aiguille de 3 ou 4 pouces ? Il ne faut qu'être affecté de la moindre préciſion pour en ſentir la raiſon, ſans qu'il ſoit beſoin d'autres explications. Que quelqu'un vienne me dire qu'il fera avec la planchette & la bouſſole, ce que l'on fait avec un quart de cercle de trois pieds de rayon, je lui répondrai, comme il m'eſt déja arrivé : *Faites-le.*

Voyez à ce ſujet les Mémoires de *Caſſini* ſur la figure & la grandeur de la terre ; il y donne l'explication de pluſieurs inſtruments dont il s'eſt ſervi avec ſuccès.

pendiculaire ſur un Plan horiſontal, en traçant à l'entour des Cercles concentriques fort proches les uns des autres ; de ſorte qu'une ligne menée du pied de l'aiguille juſqu'au point du dernier Cercle où l'ombre arrivoit, étoit cenſée la ligne méridienne : & à la rigueur, ce pouvoit l'être, ſi l'extrêmité de l'ombre étoit plus diſtincte qu'elle ne l'eſt naturellement, même en ſuppoſant le temps le plus clair, le plus ſerein, & le ſtyle tout au plus de deux pieds de hauteur ſur un plan parfaitement horiſontal. Enfin, cette méthode, quoiqu'on en uſe avec beaucoup de précautions, & qu'elle ſoit très-ancienne, eſt ſujette à de fort grandes erreurs.

Par le moyen de la planchette mouvante ſur un pied.

On ſe ſervoit auſſi autrefois pour fixer la méridienne d'un lieu, d'une planchette mouvante ſur ſon pied, & fendue au milieu, de maniere que les rayons du Soleil paſſoient par la fente, & aboutiſſoient au plan horiſontal d'une table, ſur laquelle la planchette étoit ajuſtée perpendiculairement, cette table ſe mouvant du côté que l'on vouloit.

Un autre moyen étoit une attitude mouvante ſur le plan d'un Cercle qu'on tournoit le ſoir & le matin vers le Soleil, & pendant la nuit, vers quelque étoile connue : mais tous ces inſtruments, ainſi que pluſieurs autres dont je ne fais pas ici mention, (1) n'approchent ni de la bonté, ni de l'exactitude de

(1) Voyez à ce ſujet la quatrieme Partie de la Géographie artificielle du Pere *Scherer*, Jéſuite. Il y donne la deſcription de pluſieurs inſtruments ; il y explique les manieres de trouver la méridienne avec la bouſſole, par l'ombre du Gnomon, par le Soleil pendant le jour, & les étoiles pendant la nuit : il y parle auſſi avec aſſez de détail, de pluſieurs manieres différentes de déterminer les latitudes & les longitudes, tant ſur mer que ſur terre.

Digitized by Google

ceux dont on ſe ſert aujourd'hui, & qui ſont dans tous les Obſervatoires.

Le moyen le plus ſûr pour adapter le méridien aux triangles dont il eſt ici queſtion, eſt de ſe ſervir d'un inſtrument pareil à celui dont on s'eſt ſervi pour la meſure du degré du méridien au Cercle Polaire. Il conſiſte en une lunette de 15 pouces, mobile autour d'un axe horiſontal, auquel elle eſt perpendiculaire. Indépendamment de cet inſtrument, on a une pendule réglée tous les jours par les hauteurs correſpondantes du ſoleil, & un ſecteur, comme celui de Graham, avec lequel on obſerve quelque étoile dont on a déja les hauteurs, tandis qu'avec la lunette du premier inſtrument, on obſerve le paſſage du ſoleil, & l'heure du paſſage par les verticaux de quelques ſignaux, comme ici G ou D, l'inſtrument étant placé préciſément au centre du ſignal A. Que ſi, après les obſervations réitérées pluſieurs jours conſécutifs, n'importe en quel temps, les plus écartées ne donnoient pas plus d'une minute de différence entr'elles, pour l'angle de 44 degrés 30 minutes, que forme la méridienne avec la ligne A D, & cet angle étant le milieu de toutes les obſervations, on s'en tiendroit à lui pour fixer le méridien qui paſſe par A, en faiſant avec A D, l'angle de 44 degrés 30 minutes; d'où il s'enſuivroit, en même-temps, le rapport de tous les autres angles & triangles avec ce méridien, comme il ſe voit dans les Planches.

Maniere de fixer le méridien par rapport aux triangles marqués dans les Plans.

PLANCHE I & II.

Enſuite, ſi par d'autres obſervations faites au point D, on trouvoit que la méridienne de ce point fît avec la ligne D A, l'angle alterne de 44 degrés 30 minutes, les opérations ſe trouveroient prouvées l'une par l'autre, quoique la preuve pût s'en

faire de pluſieurs autres manieres différentes, & dans les lieux les plus éloignés ; par exemple, ſi la méridienne de Mont-Réal, ou d'un des Monts-Pélés, étoit la même, ou ne différoit que de peu de choſe de celle qui réſulteroit de la ſuite des triangles calculés depuis Quebec, ce ſeroit une marque de la juſteſſe des méridiens de Quebec, de Mont-Réal, & des Monts-Pélés : après cela, pour les faire quadrer avec la ſuite des triangles, c'eſt l'affaire d'un calcul trigonométrique d'un bout à l'autre, dans lequel il eſt libre à chacun d'entrer ou de ne pas entrer. (1)

Des Longitudes. Ce n'eſt point aſſez de connoître la méridienne de l'endroit où l'on eſt, d'où l'on part, &c. ; il faut déterminer ſa longitude, c'eſt-à-dire, à quelle diſtance on eſt du premier méridien.

Les longitudes ſont des lignes circulaires imaginées autour de notre Globe, de maniere que, partant toutes de ſes deux Poles, elles aboutiſſent perpendiculairement à l'Equateur. On les appelle *Méridiens*, parce que le Soleil, en les traverſant, en eſt vu à ſa plus grande hauteur, & qu'il marque le Midi ſur toute leur longueur. Comme on peut imaginer un nombre infini de ces lignes circulaires, il peut y avoir par conſéquent un nombre infini de méridiens.

Mais, parmi ces méridiens infinis, il falloit en fixer un premier, qui ſervît de regle aux Obſervateurs pour tous les autres ; ſans quoi chacun eût été en droit de faire le premier méridien où il eût voulu ; ce qui n'auroit pas manqué de cauſer beaucoup de

(1) Voyez à ce ſujet le Livre de M. *Caſſini* ſur la figure & la grandeur de la terre. Voyez auſſi celui de M. *de Maupertuis* ſur le même ſujet.

de confuſion dans les Cartes : ainſi on eſt généralement convenu d'établir pour premier méridien, le Cercle de longitude qui paſſe par l'Iſle de Fer, la derniere des Iſles Canaries vers le Couchant. De-là, comme chaque point de la terre eſt ſur un cercle de longitude quelconque qui eſt ſon méridien, il réſulte que chaque point, ainſi que ſon méridien, eſt à une certaine diſtance du premier méridien : & cette diſtance ſe compte par les degrés ordinaires du cercle, en allant à la rencontre du ſoleil : de maniere que tel lieu qui ne ſe trouve vers le Couchant qu'à un dégré du premier méridien, en eſt, ſuivant la maniere ordinaire de compter, à trois cents cinquante-neuf degrés. C'eſt ainſi que le méridien de l'Obſervatoire de Paris eſt à 20 degrés 30 minutes du premier méridien ; celui de Londres à ..... celui de Munich à .....

De l'Equateur.

L'Equateur eſt un cercle autour de la terre, dont tous les points ſont à une égale diſtance des Poles.

Des Latitudes.

Les latitudes, ou paralelles, ſont des lignes imaginées autour du Globe, paralleles à l'Equateur, dont elles s'éloignent à meſure qu'elles approchent des Poles ; ainſi l'on doit regarder l'Equateur comme le premier cercle de latitude, ou le premier parallele, d'où l'on compte tous les autres.

Diviſion d'un arc du méridien, pour marquer les latitudes.

L'arc du méridien pris depuis l'Equateur juſqu'au Pole, eſt communément diviſé en 90 degrés. On diviſe enſuite, ſi l'on veut, chaque degré en parties de degrés ; & cette diviſion, ſoit générale, ſoit particuliere, va de l'Equateur, où elle commence, juſqu'au Pole où elle finit. Si de quelqu'un de ſes points, on mene une ligne circulaire paralelle à l'Equateur, cette ligne

marquera non ſeulement la latitude du point d'où elle aura été menée, mais auſſi celle de tous les autres points qui ſe trouvent compris dans la ligne ; & alors on comptera la latitude par degrés & parties de degrés, en diſant : tel lieu ou tel cercle eſt à 10, 20, ou 30 degrés de latitude, à 10 degrés 20 minutes 30 ſecondes, &c. La ſuite nous fera voir la différence qu'il y a entre les degrés de latitude & de longitude.

Manieres de connoître les longitudes.

Connoiſſant les longitudes de Paris, de Londres, de Vienne, de Berlin, &c. on connoîtra celles de tel autre lieu que l'on voudra, comme de Quebec, dont il eſt ici queſtion, en obſervant à Paris & à Quebec ; à Paris, à Londres, à Berlin, & à Quebec, quelques phénomenes qui puiſſent être vus de tous les ſpectateurs en même-temps.

Par les Satellites de Jupiter.

On s'eſt ſervi autre fois de l'émerſion des Satellites de Jupiter pour déterminer la longitude de l'Obſervatoire de Paris. (1)

(1) Le Pere *Scherer* rapporte dans la cinquieme Partie de ſa *Géographie artificielle*, que l'Académie des Sciences de Paris, voulant déterminer la longitude du méridien de ſon Obſervatoire, envoya des Obſervateurs à l'Iſle de Gorée, proche du Cap Verd ; qu'on obſerva en même-temps, dans cette Iſle & à Paris, l'émerſion des Satellites de Jupiter, ſortant de l'ombre de cette planete, & que les obſervations, de part & d'autre, donnerent entr'elles une différence de 19 degrés 30 minutes, ainſi qu'il avoit déja été obſervé pluſieurs fois. Or l'Iſle de Fer ſe trouvant à un degré de l'Iſle de Gorée ſur le Couchant, il s'enſuivit que l'Académie fixa le méridien de Paris, à 20 degrés 30 minutes. *Wurtzelbauer*, célebre Aſtronome, le met à 20 degrés 25 minutes, ſur ce qu'il prétend que l'obſervation s'eſt faite, non à l'Iſle de Gorée, mais au Cap Verd, qui avance de 5 minutes vers le Couchant : il y a, ſans doute, eu depuis d'autres Obſervations qui ont décidé la queſtion.

Mr. de Maupertuis dit, que pour déterminer la longitude de Torneâ, ils n'ont pu faire d'obſervation des Satellites de Jupiter, parce que cette planete, dans le temps où ils l'auroient pu obſer-

Ne pourroit-on pas ſe ſervir du même phénomene, pour déterminer la longitude de Quebec ? Connoiſſant par la théorie, le moment, pour chaque lieu, où les Satellites diſparoiſſent, en entrant dans l'ombre de la planete, & celui où ils reparoiſſent, en ſortant de cette ombre, on connoîtroit par la différence des temps où ces apparitions & diſparitions ſeroient apperçues, la différence des lieux par rapport à leurs longitudes : & même en cet exemple-ci, l'un ſerviroit de preuve à l'autre : car ſi la différence de Londres à Quebec, ſe trouvoit à la différence de Londres à Quebec, comme Paris eſt à Londres, ce ſeroit une déciſion de la juſteſſe des opérations à Paris, à Quebec & à Londres ; mais, pour obſerver ces ſortes de phénomenes, il faut d'abord de bons inſtruments & de très-bonnes lunettes d'approche. (1)

Par des éclipſes de Lune.

Si, pendant une éclipſe de Lune, on obſervoit en même-temps, des endroits en queſtion, avec de bons inſtruments, ſes phaſes & ſes apparences écliptiques, en marquant avec la plus grande préciſion poſſible, le temps des obſervations, ſoit par la hauteur de quelque étoile connue, ſoit par celle de la Lune même, on parviendroit par-là à connoître la longitude des lieux où ſe feroient les obſervations : par exemple, ſi l'on voyoit le commencement de l'éclipſe à Paris, à 10 heures préciſes du ſoir, & à Quebec à 2 heures 12 minutes du matin enſuite, les pro-

ver, ne s'élevoit pas aſſez ſur l'horiſon, & étoit toujours plongée dans les vapeurs.

(1) Le célebre Newton a fait faire de ſi grands progrès à l'Optique, & il a tellement augmenté la force des lunettes d'approche, qu'un ſaut moins conſidérable que feroit cet art nous mettroit à portée d'obſerver commodément, même à la mer, non-ſeulement les phénomenes des Satellites, mais auſſi quantité d'autres phénomenes propres à déterminer les longitudes.

grès & la fin du phénomene à proportion de part & d'autre, la différence de 4 heures 12 minutes pour le temps des obſervations, donneroit 72 degrés pour la différence des longitudes. Or la longitude de Paris étant, ſelon la note précédente, à 20 degrés 30 minutes en allant du premier méridien vers le Levant, la longitude de Quebec ſeroit à ſon Couchant de 51 degrés 30 minutes, & par la maniere ordinaire de compter, à 308 degrés 30 minutes, comme il ſe voit dans les Plans ci-joints, ainſi que dans les meilleures Cartes que nous ayons de ce Pays-là. M. *de Maupertuis* rapporte qu'on s'eſt ſervi d'une éclipſe horiſontale de Lune, pour déterminer la longitude de Torneâ.

Par des horloges uniformes.

Mais on n'auroit beſoin, ni de hauteur d'aucune étoile, ni de celle de la Lune, ſi l'on avoit des horloges dont le mouvement ſe conſervât dans une parfaite uniformité. Je ſuppoſe deux de ces horloges parfaitement d'accord avec le Soleil, & montées toutes les deux en même-temps ſur le méridien de Paris, l'une reſtant à Paris, l'autre tranſportée à Quebec : ſi le Midi de Quebec ſe trouvoit avec l'horloge, de 4 heures 12 minutes de différence, (les deux horloges s'étant conſervé dans une parfaite uniformité de mouvement,) il s'enſuivroit une différence de 72 minutes entre les deux méridiens de Paris & de Quebec; ce qui donneroit la longitude du dernier, à 308 degrés 30 minutes. Mais juſqu'ici l'on n'a point d'horloges aſſez parfaites pour de telles obſervations, quoiqu'on ſoit parvenu en Angleterre à en conſtruire de fort au-deſſus des horloges ordinaires. M. *de Maupertuis* dit, qu'un nouveau degré de perfection dans les horloges, acheveroit la ſolution du problême.

Par des éclipſes d'étoiles fixes.

L'immerſion des étoiles du Zodiaque, lorſque la Lune nous les

cache, & leur émerſion, lorſqu'elle les laiſſe reparoître, pourroient auſſi ſervir à déterminer les longitudes; mais il faudroit pour cela connoître aſſez exactement le mouvement de la Lune, pour fixer où & comment ces phénomenes doivent être apperçus. Selon nos plus habiles Géometres anciens, aucune théorie de la Lune n'a été juſqu'ici aſſez exacte pour en pouvoir faire cet uſage; mais quelques-uns de nos modernes ont été plus loin dans cette carriere que les anciens, puiſqu'il s'eſt fait depuis peu maintes obſervations d'éclipſes d'étoiles fixes par la Lune, pour déterminer la longitude de pluſieurs lieux, entr'autres de Torneâ (1).

Maniere de trouver les latitudes, particuliérement celle de Quebec.

Connoiſſant, de façon ou d'autre, la longitude de Quebec à 308 degrés 30 minutes pour mettre le point A de ſon obſervatoire, à la place où il doit être, tant au Globe qu'aux Cartes générales & particulieres qui en dérivent, il faut connoître ſa latitude; ce qui ſe fera de quelqu'une des manieres ſuivantes. PLANCHE I & II.

La latitude de Quebec eſt le point d'un cercle qui coupe ſon

(1) M. *de Maupertuis* dit que nous avons de Newton une théorie de la lune qui répond ſi bien à ſes mouvements, qu'un Obſervateur habile peu en profiter, même à la mer, pour ne pas commettre ſur la longitude, des erreurs qui ſurpaſſent un degré. Il ajoute qu'en combinant cette théorie avec de bonnes obſervations d'ailleurs, on ſe mettroit en état d'approcher encore plus près de la connoiſſance des longitudes, & par conſéquent d'en réſoudre en quelque façon le problême : car ne pourroit-on pas le tenir pour réſolu, ſi l'on avoit les longitudes ſur mer (ce qui eſt le plus difficile) auſſi exactement qu'on y a les latitudes, c'eſt-à-dire, à un quart ou à un ſixieme de degré près? Pour ce qui eſt de la latitude ſur terre, on en eſt ſi près qu'on ne peut guere eſpérer d'en approcher davantage.

Digitized by Google

méridien paralélement à l'Equateur. On la compte par degrés & parties de dégrés, depuis l'Equateur juſqu'à ce point, ſur ſon propre méridien.

La hauteur du Pole à Quebec eſt un arc de ſon méridien pris entre ſon horiſon & le Pole.

La hauteur du Pole étant donnée, la latitude l'eſt auſſi, comme la ſuite le fera voir.

Avec le Gnomon, pendant le ſolſtice d'été.

Pour déterminer la latitude de Quebec par le moyen du Gnomon, il faut qu'il ſoit droit & perpendiculaire ſur un plan parfaitement horiſontal, qu'il n'ait pas plus de 3 pieds de hauteur, afin de pouvoir mieux diſtinguer l'extrémité de ſon ombre; qu'il ſoit diviſé en autant de parties qu'il ſera poſſible, de même que la ligne méridienne qui lui correſpond ſur le plan; car plus le nombre de ces parties ſera grand, plus grande ſera la juſteſſe de l'opération, ſurtout ſi l'on obſerve, comme on le doit, qu'elles ſoient toutes dans un parfait rapport entr'elles. Suppoſons cette diviſion, de 100000 parties pour trois pieds, (1) l'ombre droite du ſtyle ſe trouvant à 43000 parties ſur le Plan, (2) on trouvera l'angle que forme la perpendiculaire avec le rayon du Soleil, en cherchant dans les colonnes des tangentes 43000, qui correſpond avec

(1) Une ligne de trois pieds ne peut guere être diviſée ſenſiblement en 100000 parties. Pour l'obſerver bien, il ſuffiroit qu'elle le fût en 1000; ce qui eſt déja beaucoup; mais encore cela ſe pourroit-il, à l'aide de quelque verre qui groſſit les objets. Enſuite pour le calcul, on ſe ſert du nombre 100000; ce qui ne demande que d'ajouter deux 0 à 1000.

(2) C'eſt-à-dire à 430, quant à la diviſion, mais à 43000 pour le calcul.

23 degrés 16 minutes ; ce qui eſt le complément de 66 degrés 44 minutes pour la plus grande hauteur du Soleil pendant le ſolſtice d'été.

Si de la hauteur, ...	66 deg. 44 m. 0 sec.
on ôte pour le demi-diametre apparent du Soleil, ...	— — 15 — 15
il reſtera pour la hauteur apparente du centre ;	66 — 28 — 45
Qu'on ajoute à cette hauteur, pour la parallaxe, ...	— — — — 5
ce ſera pour la véritable hauteur centrale	66 — 28 — 50
Enfin, ſi de cette hauteur vraie du centre du Soleil, on ôte pour ſa plus grande déclinaiſon ſeptentrionale, ...	23 — 30 — 20
il reſtera pour la hauteur de l'Equateur (1)	42 — 58 — 30
& pour celle du Pole, ...	47 — 1 — 30

L'ombre ſe trouvant, lors de l'Equinoxe, à 106200, ſur le plan, on cherchera dans les colonnes des tangentes, 106200, que l'on trouvera correſpondre avec 46 degrés 44 minutes, dont le complément 43 degrés 16 minutes, marque la plus grande hauteur du Soleil pendant l'Equinoxe.

Avec le Gnomon perdant l'Equinoxe.

Si de la hauteur, ...	43 deg. 16 m. 0 sec.
on ôte pour le demi-diametre apparent du Soleil, ...	— 15 — 15

(1) Si l'obſervation ſe faiſoit pendant le ſolſtice d'hyver, au-lieu de ſouſtraire ces 23 degrés 30 minutes 20 ſecondes, il faudroit au contraire les y ajouter.

il reſtera pour la hauteur apparente du centre, ... 43 deg. 0 m. 45 ſec.
Qu'on en ôte, pour la Réfraction, . . . — — — — 8

il reſtera, ... 43 — 0 — 37
A quoi ſi l'on ajoute pour la parallaxe, . . — — — — 21

ce ſera pour la hauteur vrai du centre, . . 43 — 0 — 49
dont ſi l'on ôte pour la déclinaiſon, . . . — — — — 47

il reſtera pour la hauteur de l'Equateur, . 43 — 0 — 2

& pour celle du Pole, ... 46 — 59 — 58

Que le 20 du mois d'Août, par exemple, l'ombre du Gnomon ſoit à 68800 parties correſpondantes à 34 degrés 32 minutes, le complément 55 degrés 28 minutes, marquera ce jour-là, la hauteur méridienne du Soleil à ſon limbe le plus élevé.

Que de cette hauteur, ... 55 deg. 28 m. 0 ſec.
on ôte pour le demi-diametre apparent du Soleil, ... — — 15 — 27

il reſtera pour la hauteur du centre, . . . 55 — 12 — 33
A quoi ſi l'on ajoute, pour la parallaxe, — — — — 8

il y aura pour la hauteur vraie du centre 55 — 12 — 41
dont ſi l'on ôte, pour la déclinaiſon, . . . 22 — 13 — 8

il reſtera pour la hauteur de l'Equateur, . 42 — 59 — 33

& pour la hauteur du pole, ... 47 — 0 — 27

Les différentes hauteurs de Soleil que je viens de ſuppoſer connues

connues par l'ombre du Gnomon, pourroient ſe trouver beaucoup mieux, en quelque temps que ce ſoit, par le moyen de bons Inſtruments faits exprès pour cela ; par exemple, avec l'Inſtrument dont j'ai parlé à la page 251, on pourra obſerver à Quebec, le paſſage du Soleil par le centre de la lunette, & le moment de ce paſſage ; ce qui donneroit ſa hauteur méridienne : mais pour cela il faudroit avoir une extrême attention à ce que la lunette ſe mût dans le plan du méridien ; ce dont il ſeroit aiſé de s'aſſurer, par le moyen de quelqu'objet placé dans la méridienne à une certaine diſtance, & ce qui ſerviroit auſſi à l'y rétablir, s'il venoit à lui arriver quelque dérangement. (1)

Qu'il vaut mieux chercher les hauteurs du Soleil avec de bons inſtruments.

Au reſte, que les hauteurs ſolaires inférées dans les exemples précédents, ſoient le réſultat d'obſervations faites avec des inſtruments quelconques, par l'ombre du Gnomon, ou de telle autre maniere que ce puiſſe être, elles donneront toujours à peu de choſe près, 47 degrés pour la hauteur du pole à Quebec, dont la latitude ſera auſſi par conſéquent à 47 degrés comme elle ſe trouve dans les meilleures Cartes que nous ayons ; mais, dans des cas pareils, je préférerois toujours de faire les obſervations au ſolſtice d'été ; puiſque le Soleil étant alors à ſa plus grande hauteur, il y auroit beaucoup moins de réfraction. Les obſervations, hors du temps des ſolſtices & des équinoxes, ſeroient de toute maniere les moins faciles & les plus douteuſes ;

(1) C'eſt avec des quarts de cercle de 2 & 3 pieds de rayon, auxquels étoit ſans doute adaptée la lunette de 15 pouces, que les Obſervateurs du degré du méridien au Nord ont pris les hauteurs méridiennes du bord ſupérieur du Soleil, à l'extrêmité de leur ligne méridienne déja établie, & qu'ils les ont vérifié par le renverſement de leurs inſtruments. Voyez M. *de Maupertuis* dans ſon Livre de la figure de la terre.

puiſque, pour le lieu du Soleil, au jour donné, il faudroit avoir recours aux Ephémérides qui ſont encore un ſujet de conteſtation parmi les Aſtronomes, quoiqu'on y ait beaucoup travaillé, & qu'on y travaille encore tous les jours avec ſuccès. Outre cela, la différence des méridiens & la réduction d'un lieu à l'autre, ſeroient encore des ſources de difficultés qui rendroient les opérations moins ſûres.

Il eſt à obſerver que les ſolſtices & les équinoxes n'arrivent pas toujours à midi précis, mais ſouvent quelques heures avant ou après; d'où vient que, par rapport à l'équinoxe d'Automne, pour autant d'heures avant midi, il faut ajouter autant de minutes à la hauteur trouvée du Soleil; pour autant d'heures après midi, il faut en ſouſtraire autant de minutes; & tout au contraire, par rapport à l'équinoxe du printemps.

Par l'Etoile polaire.

Qu'avec les meilleurs inſtruments propres à ces choſes-là, on obſerve au zénith de l'Obſervatoire de Quebec, la plus grande hauteur de l'étoile polaire pour cette année-ci 1761, & que cette hauteur ſe trouve à 48 degrés 42 minutes, on verra dans la Table notée ci-deſſous, (1) de combien l'étoile eſt diſtante du

(1) *Table de la ſituation & du mouvement de l'Etoile Polaire, ſelon le Pere Riccioli.*

Années.	*Latitude Boréale.*	*Sig.*	*Longitude.*	*Déclinaiſon.*	*Diſtance du Pole.*	*Accès annuel au Pole.*
1572	66 d. 2 m.	11.	22 d. 39 m. 10 f.	86 d. 59 m. 45 f.	3 d. 0 m. 15 f.	0 d. 0 m. 19 f. 26
1600	66 . 2 .	.	23 . 2 . 30.	87 . 0 . 49.	2 . 50 . 11.	0 . 0 . 19. 48
1700	66 . 2 .	.	24 . 25 . 50.	87 . 42 . 49.	2 . 17 . 11.	0 . 0 . 19. 48
1800	66 . 2 .	.	25 . 49 . 10.	88 . 15 . 17.	1 . 44 . 43.	0 . 0 . 19. 3
1900	66 . 2 .	.	27 . 12 . 30.	88 . 47 . 0.	1 . 13 . 0.	0 . 0 . 17. 45
2000	66 . 2 .	.	28 . 35 . 50.	89 . 16 . 0.	. . 43 . 56.	0 . 0 . 17. 30

Digitized by Google

pole cette année, c'eſt-à-dire, à peu près de deux degrés : que dans cette même Table, on prenne l'accès annuel de l'étoile au pole, à peu près de 20 ſecondes; qu'on multiplie ces 20 ſecondes, par 62 de l'année preſcrite, on aura 20 minutes & 40 ſecondes à ſouſtraire de deux degrés.

Ainſi de, ...	2 deg. 0 m. 0 ſec.
ôtez, ...	— 20 — 40
il reſtera, ...	1 — 39 — 20
Du nombre ci-devant, ...	48 — 42 — 0
ôtez, pour la réfraction, ...	— — 1 — 20
il reſtera, ...	48 — 40 — 40
Deſquels, ſi vous ôtez enfin, ...	1 — 39 — 20
il reſtera pour la hauteur du pole à Quebec,	47 — 1 — 20

Par une des étoiles circompolaires.

Qu'on choiſiſſe dans le quarré de la grande ourſe, l'étoile *Dubbé*, qui eſt la plus apparente & la plus haute de celles qui ſe meuvent autour du pole, & par conſéquent la moins ſujette aux réfractions; qu'on obſerve avec un bon ſecteur,

ſa plus grande hauteur méridienne, . . .	72 deg. 1 m. 0 ſec.
& ſa plus petite, à	22 — 5 — 0
Que de la plus grande hauteur apparente,	72 — 1 — 0
on ôte pour la réfraction, ...	— — — 31
il reſtera pour la plus grande hauteur vraie,	72 — 0 — 29
Que de la plus petite hauteur apparente,	22 — 5 — 0
on ôte pour la réfraction, ...	— — 3 — 56

il reſtera pour la plus petite hauteur vraie,	22 — 1 — 4
De la plus grande hauteur rectifiée, ...	72 — 0 — 29
ôtez la plus petite auſſi rectifiée, ...	22 — 1 — 4
il reſtera, ...	49 — 59 — 25
dont la moitié eſt, ...	24 — 59 — 42
Enfin de la plus grande hauteur rectifiée,	72 — 0 — 29
ôtez la moitié ci-deſſus, ...	24 — 59 — 42
il reſtera pour la hauteur du pole, ...	47 — 0 — 46

Pour déterminer la hauteur du pole à Paris & à Torneâ, on s'eſt ſervi d'*Arcturus*, de l'*Etoile Polaire*, & de *Vénus inoccidue*. Enfin, il en eſt mille autres dont on peut ſe ſervir également : quoique tout ceci regarde plutôt l'Aſtronome que le Géographe, cependant puiſque je ſuis entré dans cette matiere, j'eſpere qu'on ne me blâmera point d'avoir rapporté quelques opérations des plus ordinaires, pour ſervir d'exemples; c'eſt à ceux qui voudront aller plus loin dans cette carriere, à conſulter les Auteurs qui en font leur principal objet.

Maniere de marquer les latitudes & les longitudes dans les Cartes.

La latitude de Quebec fixée par les opérations précédentes, ou autres, à 47 degrés, & ſa longitude à 308 degrés 30 minutes, il s'agit de les marquer l'une & l'autre, dans les Cartes dont il eſt ici queſtion, à peu près de la maniere ſuivante.

PLANCHE I & II.

Après avoir tracé le méridien, comme il ſe voit, du 308e. degré 30 minutes, au 308e. degré 30 minutes, en paſſant par le point de Quebec A où il a été obſervé, on le coupera à ce même point A, par une ligne parallele à l'Equateur, qui, aboutiſſant aux bords de la Carte, déſignera d'un bout à l'autre la latitude

de 47 degrés ; mais pour faire ce parallele, comme il convient, il faut le tracer en arc de cercle qui ait le pole pour centre, afin d'avoir au moins les points qui marquent le 47e. degré aux bords de la Carte, ſuivant la courbure de la ligne ſur laquelle ils ſe trouvent par rapport à la convexité du Globe. Pour cet effet, l'on prolonge la méridienne depuis le 47e. juſqu'au 90e. degré ; l'on prend avec un compas ou autrement, la diſtance de 43 degrés dont la méridienne eſt prolongée, & l'on trace du point de 90 qui eſt celui du pole, comme centre, l'arc que fait la courbe en queſtion. On peut faire la même choſe non-ſeulement à chaque degré, comme il ſe voit en la Planche I, mais à chaque partie de degrés. Quoiqu'il y ait de la différence entre une courbe tracée ſur un globe & une courbe tracée ſur une ſurface plane, ceci eſt cependant le moyen d'approcher du vrai le plus qu'il eſt poſſible.

On marquera les degrés de latitude, le long du méridien déja tracé, à raiſon de 15 milles d'Allemagne pour chacun ; ce qui les rendra tous égaux entr'eux, & à peu près de même grandeur que ceux de l'Equateur ; je dis à peu près, parce que je ne regarde pas la terre comme parfaitement ſphérique ; mais que je la conſidere comme applatie vers les poles, ſelon les obſervations les plus authentiques que nous en ayons : ainſi, ſelon ces mêmes obſervations, les cercles méridiens ne ſont pas ſi grands que le parallele de l'Equateur, le diametre de celui-ci étant aux autres, ſelon Huygens, comme 578 à 577, & ſelon Newton, comme 230 à 229. Mais comme cela eſt en quelque façon étranger à notre ſujet, nous n'y aurons point d'égard.

En allant de degré en dégré, du point A juſqu'au bord ſu-

périeur de la Carte qui déſigne le Nord, on viendra juſqu'au 50e. degré, & au bord inférieur qui marque le Midi juſqu'au 23e.; ce qui fera la Carte de 7 degrés de hauteur. Si, de chaque terme, on mene des lignes paralleles à l'Equateur, ces lignes marqueront les degrés 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50. Qu'on ſubdiviſe enſuite chaque degré, on verra à quel degré & à quelle partie de degré ſont, en latitude, les lieux qui ſe trouvent ſous les paralleles; même il n'eſt pas néceſſaire pour cela que les lignes ſoient tirées ſur la Carte, comme elles le ſont en la Planche I; mais il ſuffit qu'elles ſoient marquées & numérotées aux bords, comme il ſe voit dans beaucoup de Cartes générales & particulieres.

Pour marquer les degrés de longitude ſur les paralleles, on doit avoir égard à ce que les diſtances entre les méridiens, (la 1 de ces diſtances étant à l'Equateur de 15 milles d'Allemagne) vont toujours en diminuant vers le Pole juſqu'à 0; c'eſt pourquoi la Table ci-après a été calculée, pour trouver d'abord leur différence. Voici la formule ſuivant laquelle le calcul s'en eſt fait.

Comme le ſinus total 100000 eſt au ſinus du complément de 45 degrés, ainſi 60 minutes, valeur d'un degré, eſt à 42 minutes, 24 ſecondes, pour la diſtance d'un méridien à l'autre au 45e. degré de latitude; ceci ſuppoſant la diſtance entre les méridiens, à l'Equateur, d'un degré.

Diſtances exprimées en milles d'Allemagne & en lieues de France.

Mais pour exprimer les diſtances en milles d'Allemagne, ou en lieues de France, comme elles le ſont dans les Tables ci-jointes, au-lieu de 60 minutes, pour troiſieme terme de l'ana-

logie, on prendra 15 milles d'Allemagne, ou 25 lieues de France. Qu'on ſe ſerve des compléments de parties de degrés, les opérations ſe feront de même qu'en ſe ſervant de degrés entiers. C'eſt de-là que j'ai calculé les colonnes pour les lieues de France, & que j'ai fait quelques corrections à celles des milles d'Allemagne. Quelqu'un me dira peut-être que ceci regardant des poſſeſſions Angloiſes, j'aurois dû me ſervir des lieues marines d'Angleterre & de France; mais je répondrai là-deſſus, que tout cet Ouvrage n'étant qu'une ſuppoſition d'un bout à l'autre, & étant moi-même en Allemagne, il eſt naturel que je donne la préférence aux meſures d'Allemagne.

Cherchant donc dans la Table le 43e. degré de latitude, je trouve qu'il correſpond avec 43 minutes 52 ſecondes, = 10 milles $\frac{10}{60}$ pour le degré de longitude à cette hauteur. Si les milles ſont exprimés en verges & parties de verges ſur une échelle exacte, je prends ſur cette échelle avec un compas, la moitié de la diſtance, & je la porte à droite & à gauche de l'extrêmité du méridien, ſur la ligne qui borde la partie inférieure de la Carte, pour avoir les points du 308 & du 309 degrés. Continuant enſuite à marquer cette demi-diſtance tout le long de la ligne, autant de fois qu'elle peut y aller, toujours avec la même ouverture de compas, j'ai par ce moyen les degrés & demi-degrés fixés au bas de la Carte. Que ſi après cela, on veut les ſubdiviſer, il eſt évident que la choſe ne ſouffrira point de difficultés.

Pour les marquer tout de ſuite au haut de la Carte, on cherchera dans la Table le 50e. degré de latitude. Trouvant qu'il correſpond avec 38 minutes 14 ſecondes = 9 milles $\frac{13}{60}$, on pren-

dra ſur l'échelle la moitié de cette diſtance, & on la portera à droite & à gauche de l'extrêmité du méridien, ſur la ligne qui borde la Carte par en-haut, autant de fois qu'elle pourra y aller; ce qui donnera les degrés & demi-degrés de longitude au bord ſupérieur: faiſant la même choſe au 44, au 45, au 46e. degré, on aura pour tracer chaque méridienne, enſuite de la premiere, (car la méridienne de Quebec eſt ici cenſée la premiere,) une ſuite de points qui ſerviront à lui donner à peu près la courbure qu'elle doit avoir; en un mot, telle qu'on la voit dans les meilleures Cartes générales que nous ayons.

TABLE

TABLE

Des diſtances des Méridiens entre eux depuis l'Équateur juſqu'au Pole.

	Diſtances en min. & ſecondes.		*Diſtances en milles d'Allem.*		*Diſtances en lieues de France.*	
0 deg.	60 minutes.	0 ſecond.	15 milles.	0 60	25 lieues	0 60
. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
1 .	59 .	59 .	14 .	59 .	24 .	59 .
2 .	59 .	57 .	14 .	58 $\frac{1}{2}$	24 .	58 $\frac{1}{2}$
3 .	59 .	55 .	14 .	58 .	24 .	58 .
. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
4 .	51 .	51 .	24 .	57 .	24 .	56 .
5 .	59 .	46 .	14 .	56 .	24 .	54 .
6 .	59 .	40 .	14 .	55 .	24 .	51 .
. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
7 .	59 .	53 .	14 .	63 .	24 .	48 .
8 .	59 .	25 .	14 .	51 .	24 .	45 .
9 .	59 .	15 .	14 .	48 .	24 .	41 .
. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
10 .	59 .	5 .	14 .	46 .	24 .	37 .
11 .	58 .	54 .	14 .	43 .	24 .	32 .
12 .	58 .	41 .	14 .	40 .	24 .	27 .
. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
13 .	58 .	28 .	14 .	36 .	24 .	21 .
14 .	58 .	13 .	14 .	33 .	24 .	15 .
15 .	57 .	57 .	14 .	29 .	24 .	9 .
. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
16 .	57 .	40 .	14 .	25 .	24 .	2 .
17 .	57 .	23 .	14 .	11 .	24 .	54 .
18 .	57 .	4 .	14 .	16 .	24 .	47 .
. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
19 .	56 .	44 .	14 .	11 .	23 .	58 .

	Diſtances en minutes & ſecond.	*Diſtances en milles d'Allem.*	*Diſtances en lieues de France.*
20 deg.	56 minutes 23 ſecond.	14 milles. 6 60	23 lieues 30 60
21 .	56 . 1 .	14 . 0 .	23 . 20 .
. .	. . . .	. . . .	. . . .
22 .	55 . 58 .	13 . 54 .	23 . 11 .
23 .	55 . 14 .	13 . 48 .	23 . 1 .
24 .	54 . 49 .	13 . 42 .	22 . 50 .
. .	. . . .	. . . .	. . . .
25 .	54 . 23 .	13 . 36 .	22 . 39 .
26 .	53 . 56 .	13 . 29 .	22 . 28 .
27 .	53 . 28 .	13 . 22 .	22 . 16 .
. .	. . . .	. . . .	. . . .
28 .	52 . 58 .	13 . 15 .	22 . 4 .
29 .	52 . 28 .	13 . 7 .	21 . 52 .
30 .	51 . 58 .	12 . 59 .	21 . 39 .
. .	. . . .	. . . .	. . . .
31 .	51 . 26 .	12 . 41 .	21 . 26 .
32 .	50 . 53 .	12 . 43 .	21 . 12 .
33 .	50 . 19 .	12 . 35 .	20 . 58 .
. .	. . . .	. . . .	. . . .
34 .	49 . 44 .	12 . 26 .	20 . 44 .
35 .	49 . 8 .	12 . 17 .	20 . 29 .
36 .	48 . 32 .	12 . 8 .	20 . 13 .
. .	. . . .	. . . .	. . . .
37 .	47 . 55 .	11 . 59 .	19 . 58 .
38 .	47 . 16 .	11 . 49 .	19 . 42 .
39 .	46 . 38 .	11 . 39 .	19 . 26 .
. .	. . . .	. . . .	. . . .
40 .	45 . 57 .	11 . 29 .	19 . 9 .
41 .	45 . 17 .	11 . 19 .	18 . 32 .
42	44 . 35 .	11 . 9 .	18 . 35 .
. .	. . . .	. . . .	. . . .
43 .	43 . 52 .	10 . 57 .	18 . 17 .

Digitized by Google

	Diſtances en minutes & ſecond.	*Diſtances en milles d'Allem.*	*Diſtances en lieues de France.*
44 deg.	43 minutes 10 ſec.	10 milles. 47 60	17 lieues. 59 60
45 .	42 . 24 .	10 . 36 .	17 . 41 .
. .	. . . .	. . . .	. . . .
46 .	41 . 40 .	10 . 25 .	17 . 22 .
47 .	40 . 45 .	10 . 14 .	17 . 3 .
48 .	40 . 8 .	10 . 2 .	16 . 44 .
. .	. . . .	. . . .	. . . .
49 .	39 . 21 .	9 . 50 .	16 . 24 .
50 .	38 . 14 .	9 . 38 .	16 . 4 .
51 .	37 . 45 .	9 . 26 .	15 . 44 .
. .	. . . .	. . . .	. . . .
52 .	36 . 56 .	9 . 14 .	15 . 23 .
53 .	36 . 6 .	9 . 2 .	15 . 2 .
54 .	35 . 16 .	8 . 49 .	14 . 42 .
. .	. . . .	. . . .	. . . .
55 .	34 . 25 .	8 . 36 .	14 . 20 .
56 .	33 . 33 .	8 . 23 .	10 . 59 .
57 .	32 . 40 .	8 . 10 .	13 . 37 .
. .	. . . .	. . . .	. . . .
58 .	31 . 47 .	7 . 57 .	13 . 15 .
59 .	30 . 54 .	7 . 44 .	12 . 52 .
60 .	30 . 0 .	7 . 30 .	12 . 30 .
. .	. . . .	. . . .	. . . .
61 .	29 . 5 .	7 . 16 .	12 . 7 .
62 .	28 . 10 .	7 . 2 .	11 . 44 .
63 .	27 . 14 .	6 . 48 .	11 . 21 .
. .	. . . .	. . . .	. . . .
64 .	26 . 16 .	6 . 34 .	10 . 57 .
65 .	25 . 2 .	6 . 20 .	10 . 34 .
66 .	24 . 24 .	6 . 6 .	10 . 10 .
. .	. . . .	. . . .	. . . .
67 .	23 . 29 .	5 . 52 .	9 . 46 .

	Diſtances en minutes & ſecond.	*Diſtances en milles d'Allem.*	*Diſtances en lieues de France.*
68 deg.	22 miuutes 30 ſec.	5 milles 28 60	9 lieues 22 60
69 .	21 . 32 .	5 . 23 .	8 . 57 .
. .	. . . .	. . . .	. . . .
70 .	20 . 32 .	5 . 8 .	8 . 43 .
71 .	19 . 32 .	4 . 53 .	8 . 14 .
72 .	18 . 32 .	4 . 38 .	7 . 43 .
. .	. . . .	. . . .	. . . .
73 .	17 . 32 .	4 . 23 .	7 . 18 .
74 .	16 . 32 .	4 . 8 .	6 . 53 .
75 .	15 . 32 .	3 . 53 .	6 . 28 .
. .	. . . .	. . . .	. . . .
76 .	14 . 31 .	3 . 38 .	6 . 3 .
77 .	13 . 30 .	3 . 23 .	5 . 37 .
78 .	12 . 30 .	3 . 8 .	5 . 12 .
. .	. . . .	. . . .	. . . .
79 .	11 . 28 .	2 . 52 .	4 . 46 .
80 .	10 . 24 .	2 . 36 .	3 . 20 .
81 .	9 . 22 .	2 . 20 .	3 . 55 .
. .	. . . .	. . . .	. . . .
82 .	8 . 21 .	2 . 5 .	3 . 29 .
83 .	7 . 19 .	1 . 50 .	3 . 3 .
84 .	6 . 17 .	1 . 34 .	2 . 37 .
. .	. . . .	. . . .	. . . .
85 .	5 . 15 .	1 . 18 .	2 . 11 .
86 .	4 . 12 .	1 . 3 .	1 . 45 .
87 .	3 . 9 .	0 . 47 .	1 . 18 .
. .	. . . .	. . . .	. . . .
88 .	2 . 6 .	0 . 31 .	0 . 52 .
89 .	1 . 4 .	0 . 16 .	0 . 26 .
90 .	0 . 0 .	0 . 0 .	0 . 0 .
. .	. . . .	. . . .	. . . .

Sans entrer davantage en diſcuſſion au ſujet des lignes qui marquent les longitudes & les latitudes, ſi elles doivent être droites ou courbes, comme mon deſſein n'eſt point de faire un cours de Géographie, il ſuffit d'être prévenu qu'il eſt impoſſible de rapporter exactement les lignes d'une ſurface convexe, telle qu'eſt celle de la terre, ſur la ſurface plane d'une Carte; mais que tout ce qu'on peut faire eſt de les rapprocher le plus qu'il eſt poſſible, en s'aidant prudemment des unes & des autres. Car, en ceci, il faut conſidérer, que toutes les lignes, ſoit méridiennes, ſoit paralleles, ſont des cercles; que ces cercles ſe coupent les uns les autres à angles droits; que les quarrés qu'ils forment vont de l'Equateur au pole en proportion de la convexité du Globe; d'où il réſulte, que ſi l'on fait les méridiens en lignes courbes perpendiculaires ſur les paralleles auſſi en lignes courbes, les unes & les autres ne ſe rencontrent jamais juſtes, & ſi les lignes de part & d'autre ſont droites & les autres courbes, elles ne quadreront jamais avec les propriétés de la ſphere.

Quelques conſidérations par rapport aux lignes dans une Carte.

Or une Carte, quelque particuliere qu'elle ſoit, eſt cenſée repréſenter, & repréſente en effet une partie du Globe; pour que la partie convienne & ſoit en proportion avec ſon tout, elle doit, à la rigueur, être décrite & meſurée comme lui par des lignes courbes; mais comment courber une ſurface plane? Voilà l'état de la queſtion.

On fait d'ordinaire, dans une Carte, un méridien duquel dérivent tous les autres, & c'eſt le ſeul qui y puiſſe être en ligne droite: après cela ſi l'on tire avec la regle des lignes d'un point à un autre des bords de la Carte, ces lignes ne marque-

ront véritablement, ni les méridiens, ni les paralleles; mais c'eſt à notre imagination à leur prêter à peu près la courbure qu'elles doivent avoir, à moins que la Carte ne ſoit ſi petite qu'il ſoit inutile d'y avoir égard.

Si l'on fait tant que de tracer les méridiennes en lignes courbes, par des points rapportés ſur les paralleles, comme je l'ai dit plus haut, ces points peuvent être ſi près les uns des autres qu'ils ſe touchent & forment eux-mêmes la ligne, qui, par conſéquent, ſera la plus juſte qu'il ſe puiſſe faire; mais en ce cas, les paralleles ſe toucheront auſſi.

Il n'eſt pas néceſſaire d'avoir égard à la courbure des lignes dans des Cartes qui n'excedent pas 5 degrés.

Il eſt bien vrai que dans une Carte qui n'eſt que de 4 ou 5 degrés, il n'eſt pas abſolument néceſſaire d'avoir égard à ces choſes-là : mais ici où elle eſt de plus de 17 degrés du Couchant au Levant, & d'environ 7 degrés du Midi au Nord, il faut que tout y ſoit marqué le plus exactement qu'il eſt poſſible, ſur-tout ſi l'on va juſqu'à y tracer les lignes, comme j'ai fait dans la premiere Carte, où les paralleles ſont en arcs de cercle, ayant le pole pour centre, & les méridiennes ſelon la Table ci-devant.

PLANCHE I.

Raiſons des différentes ſuites de triangles dans les plans.

Pour exprimer plus clairement les différentes ſuites de triangles dans les plans, j'en ai fait pluſieurs, ſur les échelles de grandeurs différentes à proportion de leurs objets. Le premier plan marque la ſuite des premiers triangles, & ſert de cannevas pour le 2 & le 3. Ainſi l'on peut voir, par la ſeconde ſuite marquée dans le ſecond & troiſieme plan, s'il y a eu quelques fautes dans la premiere, les Obſervateurs devant ſe communiquer de temps en temps là-deſſus leurs obſervations.

PLANCHE I & II.

Je me ſuis borné à deux ſortes de triangles, quoiqu'il puiſſe & qu'il doive même y en avoir bien davantage, qui concourreroient tous à rendre l'ouvrage plus parfait. (1)

Je me ſuis auſſi borné dans la Planche II à une partie du fleuve St. Laurent, depuis Mont-Réal juſqu'à Tadouſſac, où j'ai marqué ſur le terrein à droite & à gauche de ce fleuve, & en travers du fleuve même, quelques triangles de la premiere ſuite, mêlés avec ceux de la ſeconde; les premiers exprimés par des lignes fortes & nettes, les ſeconds ſeulement par des lignes ponctuées, comme il ſe voit aux plans.

Maniere de faire la ſeconde ſuite des triangles.

Quant aux opérations de la ſeconde ſuite des triangles, par leſquels on entre déja dans quelques détails de la ſituation du terrein, ſi on ne les a pas entrepris en même-temps que celles de la premiere ſuite, on les reprendra de Quebec en remontant & en deſcendant le fleuve : pour cet effet, je ſuppoſe que l'on a commencé à marquer ſur la méridienne de Quebec qui traverſe le fleuve, le point I comme le plus propre à recevoir un ſignal qui puiſſe être vu de pluſieurs endroits différents.

Que du point f, ſur le bord du fleuve, des points g & k ſur les bords de la riviere, dite de la chaudiere, on puiſſe voir le ſignal I, que ce ſignal ſoit également vu du point G, enfin que de G on voye f; que de f on voye g, de p, k, de k, I, c'eſt tout ce qu'il faut pour déterminer les triangles I G f, I f g, I g k, de la ſeconde ſuite, & conſéquemment tous les autres.

(1) Les Obſervateurs du degré du méridien ont eu la patience d'en calculer juſqu'à 12 ſuites.

Par ce que nous avons vu précédemment au ſujet des triangles de la premiere ſuite, le triangle A G I ſe trouvera déterminé, non-ſeulement par rapport à ſes angles, mais auſſi par rapport à ſes côtés : car le côté A G étant déja connu pour être de 20579 degrés 8 pieds, l'angle A G I ayant été déterminé à 64 degrés 30 minutes, par la raiſon que I ſe trouve ſur l'alignement de G D ; l'angle G A I étant de même déterminé à 28 degrés 30 minutes, il réſultera de tout cela A I G de 87 degrés 0 minutes, & les moyens de faire connoître les deux autres côtés A I, I G, par les analogies ordinaires : il ne ſera pas même néceſſaire d'une nouvelle baſe pour déterminer cette ſeconde ſuite. Mais s'il ſe rencontre, chemin faiſant, quelques côtés de triangles aiſés à meſurer, cela ne peut manquer d'être d'un très-grand avantage, & l'on verra par-là clairement, s'il ne s'eſt point gliſſé d'erreur conſidérable dans l'une ou l'autre ſuite ; car il y a beaucoup plus à ſe fier à des lignes bien meſurées qu'aux angles les plus exactement levés.

Les lignes I G, G f, f g, g k, k l, déterminées tant par rapport aux angles qu'elles forment entr'elles que par rapport à leurs grandeurs, deviennent dès-lors autant de baſes propres à déterminer les triangles f A G, g d k, & tous les autres enſuite, en quelque nombre qu'ils puiſſent être.

On entre dans les détails à meſure qu'on avance dans les ſuites des triangles.

Par le moyen des triangles liés l'un à l'autre, à-peu-près comme il ſe voit dans les plans, on décrit, à meſure que l'on avance, les ſituations qui ſe préſentent à la vue, tantôt en meſurant les diſtances, tantôt en ſe ſervant des ouvertures d'angles & des prolongements des lignes. C'eſt par-là que l'on parviendra à connoître, non-ſeulement la largeur du fleuve de St. Laurent,

rent, mais auſſi à marquer la figure de ſes bords de l'un & de l'autre côté, la poſition reſpective de ſes Iſles, les élévations de terrein, les montagnes, les marais, les prairies, les forêts, les lacs, le cours des ruiſſeaux & des rivieres qui ſe trouvent aux environs, toutes les habitations, les villes, les bourgs & villages, comme *Belle-Chaſſe*, Beaumont, &c. de ce côté-ci du fleuve; Silleri, Baſticaſſe, Champlain, &c. de l'autre côté. Enfin, tout ſe trouvera par ce moyen dans ſa véritable poſition, les Caps & les embouchures des rivieres ſeront fixés où ils doivent être; s'il y avoit des bois immenſes qu'il fût impoſſible de percer, des lacs à perte de vue, des chaînes de montagnes inacceſſibles, on n'exige pas, dans une Carte générale, que tout y ſoit rapporté à une verge près; mais, il ſuffit que, proportion gardée, leur étendue & leur figure y ſoient marquées de maniere que l'œil & l'imagination en ſoient ſatisfaits. On a coutume de repréſenter les montagnes dans les Cartes, partie en plan, partie en élévation, pour pouvoir les mieux diſtinguer, & afin que cela ne faſſe point de confuſion : pour la grandeur des bois, des forêts, des lacs, des étangs & des marais, on marque ſur leurs bords, autant de points que l'on juge à propos, & l'on ſe ſert enſuite de ces points pour déterminer leurs figures & leur étendue.

La ſeconde ſuite de triangles doit, ainſi que la premiere, ſe faire avec les meilleurs inſtruments poſſible & avec l'exactitude la plus ſcrupuleuſe : que ſi, après cela, on veut entrer dans les détails du terrein, on ſe ſert de la Planchette & de la Bouſſole.

Si les deux ſuites de triangles dont il eſt ici queſtion, ſe ren-

contrent avec les points de la Carte des anciennes poſſeſſions Angloiſes que nous avons mis au commencement pour fondement & baſe de cet Ouvrage, c'eſt une marque que l'on a réuſſi dans ce que l'on a entrepris, quoiqu'on ne doive pas préſumer de pouvoir atteindre à une extrême préciſion dans ces choſes-là; la Carte qui en approche le plus eſt ſans doute la meilleure, mais il n'y en eut jamais de parfaite.

Je me ſuis contenté de marquer à peu près les ſtations des Obſervateurs, & quelques triangles que ces ſtations forment entr'elles, laiſſant à ceux qui voudront s'exercer à réſoudre eux-mêmes les problêmes & à entrer dans les détails des différentes ſituations qui peuvent ſe rencontrer. Je le répete encore; tout ceci n'eſt qu'une ſuppoſition d'un bout à l'autre, chacun la peut faire & l'entendre comme il lui plaira.

Je reviens encore une fois à la méridienne.

PLANCHE II.

Je reviens encore une fois à la méridienne de Quebec tirée d'une extrêmité de la Carte à l'autre. Veut-on ſavoir au juſte ſa grandeur, ainſi que celle de toute autre ligne droite que l'on voudroit mener au travers des triangles? On en fera les calculs à la maniere ordinaire; par exemple, pour déterminer la longueur de la méridienne depuis A juſqu'en L, on cherchera ſa diſtance de A en I, comme nous l'avons vu précédemment. Pour avoir enſuite celle de I en L, le côté I D étant connu, ainſi que l'angle L I D, puiſque c'eſt l'angle au ſommet de G I A, il ne s'agit que de chercher un des deux angles I D L, ou I L D, (ce que nous ſuppoſons déja fait à l'occaſion de la ſuite des triangles) pour avoir le troiſieme; & par conſéquent le côté I L, qui joint à I A, donnera la longueur demandée de la ligne A L. Faiſant la même choſe de l'autre côté, on aura exactement la

longueur de la méridienne, & de même, celle de toute autre ligne que l'on voudroit faire paſſer au travers d'une ſuite quelconque de triangles. Il en réſulte auſſi que l'on aura par ce moyen dans la ſuite des triangles, les points par où cette ligne doit paſſer pour être droite. Quoique tout cela s'arrange dans une Carte, avec le tranſporteur, la regle & le compas, cependant, ſi l'on veut ſavoir au juſte les diſtances, ce n'eſt que par le calcul qu'on y peut parvenir.

J'ai commencé par la levée de grands triangles, peut-être même un peu trop grands, eu égard au terrein effectif, mais dont pourtant la ſuppoſition ne doit pas choquer, ſi on la regarde en tant que ſuppoſition, & par la raiſon qu'il eſt bien plus ſûr de deſcendre du grand au petit, que de remonter du petit au grand.

Je ne vois point non plus d'inconvénient à ce que la ſuite des ſeconds, même des troiſiemes & quatriemes triangles, ſe faſſe en même-temps que celle des premiers; & ſi je les ai ſéparé, ce n'a été que pour donner plus de clarté à l'Ouvrage : il ne s'agit dans ces choſes-là que d'avoir du monde, & de ſavoir l'employer. Le terrein propoſé pour exemple eſt d'une étendue très-conſidérable : enfin, il y a une infinité de chemins qui menent au but que l'on ſe propoſe, il ne faut que ſavoir choiſir les meilleurs, & ſur-tout obſerver le plus grand ordre poſſible dans la ſuite des opérations.

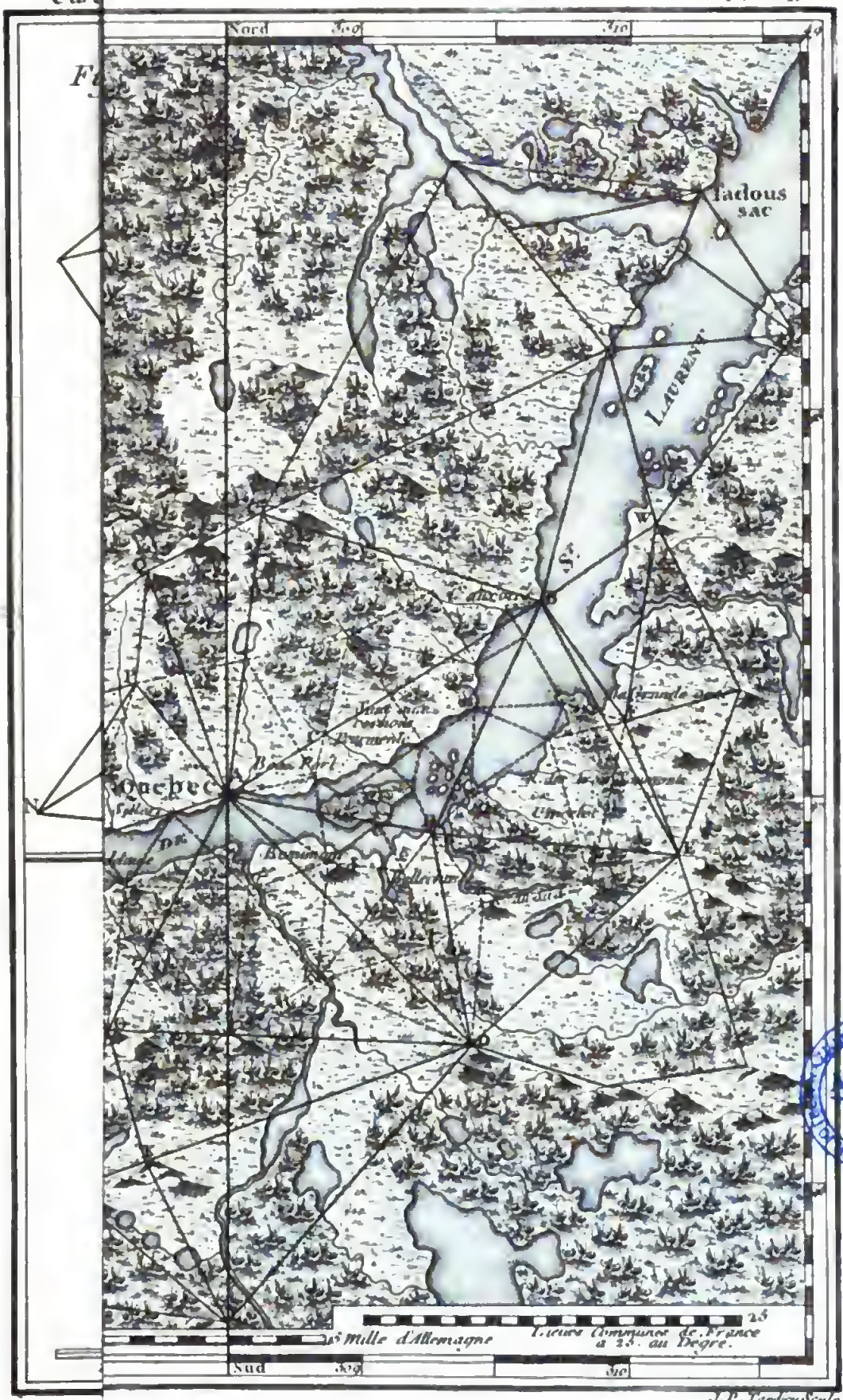
Objet de cet Ouvrage.

Au reſte, j'avoue franchement que je n'ai eu d'abord pour objet dans cet Ouvrage, que mon inſtruction particuliere; mais ayant jugé que cela pourroit ſervir en même-temps à ceux

qui, n'ayant pas le loiſir ni les moyens d'étudier ces ſortes de matieres à fond, veulent cependant ſavoir, lorſqu'ils ont une Carte à la main, quelles ſont ſes propriétés, & tout ce qu'il a fallu pour la mettre en l'état où elle eſt, j'eſpere qu'on me ſaura gré de l'avoir rendu public.

FIN.

Digitized by Google



NAPOLI
Digitized by Google

TABLE DES SOMMAIRES.

DEs Cartes générales, Page 231
Des Cartes particulieres, 232
Cet Eſſai n'a pour objet que les Cartes générales, 233
Par qui elles doivent être levées? ibid.
Des Cartes anciennes, 234
Projet de lever la Carte du Canada, ibid.
Premier pas des Obſervateurs arrivés à Quebec, 235
Des ſignaux, 236
Premieres ſtations des Obſervateurs, 237
D'une baſe propre à déterminer la grandeur des triangles, 238
Des ſignaux pendant la nuit, 239
Triangles rapportés enſemble pour en faire une ſuite, 240
Maniere d'écrire l'ouverture des angles dans le Journal, 241
Les Obſervateurs changent de ſtations, 243
Maniere de ſe ſervir de la baſe par rapport à la ſuite des triangles, 247
Preuve des opérations par la propriété des figures, 249
Des obſtacles qui peuvent ſe rencontrer, 252
On rencontre des points de la vieille Carte dans les terres du Continent, ibid.
Maniere de trouver le méridien d'un lieu, avec la bouſſole, peu ſûre, 253
Par l'ombre du Soleil, qui n'eſt guere plus ſûre que la précédente, ibid.
Par le moyen de la Planchette mouvante ſur un pied, 254
Maniere de fixer le méridien par rapport aux triangles marqués dans les plans, 255

Des Longitudes, 256
De l'Equateur, 257
Des Latitudes, ibid.
Diviſion d'un arc du méridien pour marquer les Latitudes, ibid.
Manieres de connoître les Longitudes, 258
Par les Satellites de Jupiter, ibid.
Par des éclipſes de Lune, 259
Par des horloges uniformes, 260
Par des éclipſes d'étoiles fixes, ibid.
Maniere de trouver les latitudes, particuliérement celle de Quebec, 261
Avec le Gnomon, pendant le ſolſtice d'été, 262
Avec le Gnomon pendant l'Equinoxe, 263
Qu'il vaut mieux chercher les hauteurs du Soleil avec de bons inſtruments, 265
Par l'Etoile polaire, 266
Par une des étoiles circompolaires, 267
Maniere de marquer les latitudes & les longitudes dans les Cartes, 268
Diſtances exprimées en milles d'Allemagne & en lieues de France, 270
Quelques conſidérations par rapport aux lignes dans une Carte, 277
Il n'eſt pas néceſſaire d'avoir égard à la courbure des lignes dans des Cartes qui n'excedent pas cinq degrés, 278
Raiſons des différentes ſuites de triangles dans les plans, ibid.
Maniere de faire la ſeconde ſuite de triangles, 279
On entre dans les détails à meſure qu'on avance dans la ſuite des triangles, 280
Je reviens encore une fois à la méridienne. Objet de cet Ouvrage, 282

Fin de la Table.

NAPOLI 609662

Digitized by Google

Digitized by Google

REALE OFFICIO TOPOGRAFICO
Scansia Lett. C
Armadio
N.° 5